Das Fällen, Aufarbeiten und Rücken von Faserholz

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen staatswirtschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

G. Hartwig

B. Sc.

1939

Hansadruckerei, Inh. Hans Schneider jun., München 13, Arcisstraße 6

Das Fällen, Aufarbeiten und Rücken von Faserholz

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen staatswirtschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

G. Hartwig

B. Sc.

1939

Hansadruckerei, Inh. Hans Schneider jun., München 13, Arcisstraße 61

Referent: Dozent Dr. A. Ebner.

Co.-Referent: Geheimrat Prof. Dr. Fabricius.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

A. Einleitung 8

B. Grundlagen 9

Allgemeine Darlegung der Aufgaben, welche das schwache Holz der Forstwirtschaft bietet, mit besonderem Hinweis auf das Faserholz 9

I. In Südafrika 9

1. Allgemeines 9
2. Die einheimischen Wälder Südafrikas 10
3. Der Anbau von ausländischen Holzarten in Südafrika . 11
4. Die Verwendung des Durchforstungsholzes 16

1. Sägewerke 16
2. Zellulosefabriken 17

II. Die Frage der Verwendung des schwachen Holzes in einigen anderen Ländern 18

III. In Deutschland 21

1. Allgemeines 21
2. Maßnahmen zur Deckung des Bedarfes an Faserholz . . 23

1. Maßnahmen des Forstschutzes 26
2. Erhöhung des Einschlages und Ertragssteigerung . . 26
3. Sorgfältige Aussortierung des Holzes 29
4. Erhöhte Ausbeute der Ablaugen 31
5. Verwendung von Buchen- und Kiefernholz 31
6. Verwendung von Stroh, Gräsern und Altpapier . . . 32
7. Kampf gegen Papiervergeudung 33
8. Bessere Aufarbeitungs- und Bringungsverfahren . . 34

C. Methodik und Versuchsergebnisse 40

I. Aufgabenstellung 40

II. Methodik der Untersuchungen: Zeitstudien 40

III. Die Auswertung der Ergebnisse von Zeitstudien in Bezug auf das Fällen, Aufarbeiten und Rücken von Faserholz . . . 43

1. Das Fällen 43

Seite

1. Die Handsäge 43
2. Die Motorsäge 45

a) Fällen 46

1. Reine Schnittleistung 46
2. Tagesleistung 47
3. Wirtschaftlichkeit 49

b) Ablängen 50

1. Reine Schnittleistung 50
2. Tagesleistung 52
3. Wirtschaftlichkeit 54

c) Zusammenfassung und Folgerungen 56

2. Das Entästen 57

3. Das Entrinden 59

1. Waldschälen 60

a) Durchmesserstärke 60

1. Schälzeit 60
2. Wendezeit 64
3. Heben und Setzen 64
4. Lauf- und Verlustzeiten 65

b) Das Schälverfahren 65

1. Länge der Abschnitte 65
2. Schälen von 1,2 m-Abschnitten 67
3. Schälen mit und ohne Bock, Halbschälung gegenüber Viertelschälung 67
4. Spaltung und Schälleistung 69
5. Rottenstärke 69
6. Schälen vor und nach dem Rücken 69

c) Leistungsfähigkeit des Arbeiters 72

d) Bestandesalter und Bonität 72

e) Einfluß der Witterung und Jahreszeit 73

f) Einfluß der Oertlichkeit 75

g) Geräte 76

Für Nadelholz 76

1. Schäleisen 76
2. Schälbock 81

Seite

Für Buchenholz 83
1. Schäleisen 83
2. Schälbock 84
3. Axt 85
4. Geräte zum Schärfen 85
2. Weißschnitzen 85
a) Vorgang beim Weißschnitzen 85
b) Waldschälen und Weißschnitzen 87
c) Geräte zum Weißschnitzen 92
3. Zusammenfassung 94
4. Das Ablängen 97
1. Arbeitsvorgang beim Ablängen mit der Handsäge . . 98
2. Geräte 100
a) Handsäge 100
b) Sägeschärfkluppe 100
c) Meßstock 101
3. Zusammenfassung und Folgerungen 101
5. Rücken 102
1. Begriff und Zweck des Rückens 102
2. Frühere Durchführung der Rückarbeit 102
3. Rationalisierungsbestrebungen 103
a) Untersuchungen zur Verbesserung der Arbeitsweisen 103
b) Massenverfrachtung aus dem Schlag 104
c) Fragestellung 105
1. Grundsätzliches 105
a) Stückzahl 105
b) Länge der Abschnitte 105
c) Entfernung 106
d) Gummibereifte Karren 106
2. Das Rücken von Faserholz in Beziehung zu diesen Grundsätzen 106
a) Tragen 106
b) Schleifen 108
b 1) Pferdekraft 108
b 2) Schlepper 109
c) Geräte 110
4. Zusammenfassung und Folgerungen 112
D. Ergebnisse 114
E. Literaturverzeichnis 115

VORWORT.

Zum Anfang meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dozent Dr. A. Ebner, für die Ueberlassung der Arbeit und die mir dabei jederzeit gewährte freundliche Unterstützung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

A. EINLEITUNG.

In allen Ländern mit einer mehr oder weniger geregelten Forstwirtschaft macht sich ein immer stärkeres Streben bemerkbar, die Erzeugnisse des Waldes für möglichst hochwertige Zwecke zu verwenden und eine höchste Ausnützung derselben zu erreichen.

Auch in meiner Heimat, Südafrika, ist man bemüht, zu diesem Ziel zu gelangen. Dabei werden die in Bau befindlichen Zellulosefabriken es ermöglichen, in kurzer Zeit auch schwaches Holz mit geringer Güte für hochwertige Zwecke heranzuziehen. Erste Voraussetzung hierfür ist eine zweckmäßige Nutzung des Holzes.

Aus diesem Grunde bin ich nach Deutschland gekommen, um an Hand der deutschen Verhältnisse mich über die Nutzung von Faserholz*) in wirtschaftlich bester Weise in eingehenden Studien zu unterrichten.

*) Faserholz ist alles Holz, dessen Faser chemisch oder mechanisch aufgeschlossen wird.

B. GRUNDLAGEN.

Allgemeine Darlegung der Aufgaben, welche das schwache Holz der Forstwirtschaft bietet, mit besonderem Hinweis auf das Faserholz.

I. In Südafrika.

1. Allgemeines.

Südafrika, ein Dominion von England, umfaßt eine Fläche von etwa 1.2 qkm, also rund zweimal so groß wie Deutschland. Das Land wurde im Jahre 1652 zum ersten Male von Weißen besiedelt. Vor allem nach der Entdeckung von Diamanten bei Kimberley im Jahre 1867 und von Gold bei Johannesburg im Jahre 1886, womit ein großer wirtschaftlicher Aufschwung verbunden war, wurden immer mehr Siedler zugezogen, so daß es heute über eine Einwohnerzahl von rund 2 Mill. Weiße und 7 Mill. Farbige verfügt. Besonders stark war der wirtschaftliche Aufschwung nach dem Jahre 1932, nachdem das Pfund abgewertet wurde. Es ist am höchsten an der Golderzeugung der Welt beteiligt. Bei einer für die Jahre 1926 bis 1931 durchschnittlichen Weltproduktion an Gold im Werte von 1.7 Milliarden RM. jährlich war Südafrika mit über 50 Prozent beteiligt.[1]) Obwohl sein Anteil, infolge einer zielbewußten Zurückhaltungspolitik, im Gegensatz zu anderen Ländern, heute auf 33 % der Weltproduktion gesunken ist,[2]) so ist die Produktion von 10.35 Millionen Unzen im Jahre 1928 auf 11.74 Mill. Unzen im Jahre 1937 gestiegen.

Der Einfluß des Goldes auf die Wirtschaft des Landes läßt sich wohl am deutlichsten feststellen, wenn man sich die Goldstadt Johannesburg betrachtet. Wo noch vor 50 Jahren einige arme Baracken standen, ist heute eine moderne Großstadt von über 500 000 Ein-

wohnern entstanden. Die Bautätigkeit dieser Stadt nimmt einen gewaltigen Umfang an. So war im Jahre 1936/37 an Bauunternehmungen die Summe von 130 Mill. RM. bestätigt.

Der Aufschwung zeigte seine Spuren auch deutlich in der Holzeinfuhr. So betrug für das Jahr 1936/37 die Einfuhr von Holz und Holzprodukten den Wert von rund 47 Mill. RM.,[3]) was eine Erhöhung gegenüber dem vorigen Jahr von 10,5 Mill. bedeutet. Nebst Wolle, an der es nach Australien und Neuseeland die dritte Stelle in der Weltausfuhr einnimmt, erzeugt und führt das Land sehr große Mengen von Obst, vor allem nach England, aus. Der Verbrauch an Kisten zur Verpackung dieser Waren benötigt große Mengen an Nadelholz. Dieses Holz wird teils im Inland erzeugt, zum großen Teil aber vom Ausland eingeführt. Im Jahre 1936 betrug die Einfuhr an Kistenteilen 4,3 Mill. RM. und stieg auf 7,3 Mill. RM. im Jahre 1937.[4]) Die oben angeführten Ziffern zeigen, daß Südafrika ein Holzeinfuhrland ist. Es werden aber, wie später noch angeführt wird, alle Bemühungen gemacht, das Land von der Auslandseinfuhr unabhängig zu machen.

2. *Die einheimischen Wälder Südafrikas.*

Die einheimischen Wälder, die früher sehr wertvolles Holz hatten, sind vor allem durch die Neger stark ausgebeutet, von großen Waldbränden heimgesucht und vernachlässigt worden. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist heute daher sehr gering. Der Holzeinschlag, der nie mehr als 28 000 fm betrug, ist heute infolge der starken Abnutzung und durch Schutzmaßnahmen auf 10 500 fm gesunden.[5]) Die Wälder findet man hauptsächlich in der Kapprovinz bei George und Knysna, bei Stutterheim, in der Transkai, in Nord- und Nordost-Transvaal und in gewissen Küstengebieten von Natal. Im ganzen beträgt ihre Fläche rund 270 000 ha. Die Wälder bestehen aus einem bunten Gemisch von großen Mengen Laubhölzern, aus denen teils ausgezeichnetes Möbelholz hergestellt werden kann. So reich die Wälder an Laubholz sind, so arm sind sie an Nadelholzarten. Die einzige Konifere von Bedeutung, Podocarpus, wird zwar sehr hoch (40 m und mehr) und erreicht einen Brustdurchmesser von über

1.5 m, doch ist sie nur wenig an der Erzeugung von Holz beteiligt. Hauptsächlich wird dieses Holz zur Herstellung von Eisenbahnschwellen verwendet. Sie wächst nur langsam und kann außerdem nicht ohne ihre naturlichen Begleitholzarten künstlich gepflanzt werden. Durch die Not getrieben, ging man schon vor 50 Jahren dazu über, von Ländern mit einem Klima, das etwa dem vonn Südafrika entsprach, Nadel- und andere Holzarten einzuführen und hier anzupflanzen. Mit einigen dieser Holzarten sind außerordentlich gute Erfolge erzielt worden.

3. Der Anbau von ausländischen Holzarten in Südafrika.

Da das Gedeihen der Nadelhölzer in erster Linie bedingt ist durch die klimatischen Verhältnisse (Regenfall), so muß erst ein Ueberblick derselben gegeben werden. Das Land kann man an Hand der verschiedenen Niederschlagsgebiete in drei klimatische Zonen aufteilen, und zwar in eine Zone des Winterregens, des Sommerregens und des ständigen Regens. Erstere findet man im südwestlichen Teil der Kapprovinz um Kapstadt, während die Zone, in der der Regenfall gleichmäßig übers Jahr verteilt ist, zwischen Mosselbai und Port Elizabeth, an der südöstlichen Küste der Kapprovinz gelegen ist. Das ganze übrige Gebiet hat einen Sommerregen, doch kommt Bewaldung nur im Norden und Osten, wo der Regenfall über 700 mm beträgt, in Frage. Die Nadelhölzer, die sich für diese drei Zonen als geeignet erwiesen haben, sind folgende:

Klimagebiet	Holzart	Land der Herkunft
Gebiet des Sommerregens	Pinus patula	Mexiko
	Pinus taeda	Südost U.S.A.
	Pinus caribaea	Südost U.S.A.
	Pinus longifolia	Nordindien
Gebiet des Winter- u. ständigen Regenfalls	Pinus pinaster	Südeuropa
	Pinus radiata (P. insignis)	Kalifornien

Die ersten Anpflanzungen stammen aus dem Jahre 1877. Diese sind allmählich ausgedehnt worden. Heute besitzt der Staat 136 000 Hektar neugegründeten Wald, wovon 95 000 ha aus Koniferen bestehen.[6]) Das Ziel ist, jedes Jahr etwa 6—8000 ha neu anzupflanzen, um schließlich 400 000 ha neubegründeten Staatswald zu erreichen. Der Einschlag ist ständig im Steigen und beträgt heute für die Staatswälder etwa 260 000 fm. In 10—20 Jahren, wenn ein großer Teil der neu angepflanzten Bestände Hiebreife erreicht, wird die Erzeugung nach Schätzung über 1½ Millionen fm betragen.

Auch die Privatwälder haben sich sehr rasch vergrößert. Der Privatwaldbesitzer hat sich hauptsächlich auf das Pflanzen von Akazien- und Eukalyptusarten beschränkt. Acacia mollissima und Ac. decurrens, die für die Gewinnung von Rinde zur Erzeugung von Gerbstoff in Natal angebaut werden, haben einen Umtrieb von 6 bis 8 Jahren. Ihre Fläche beträgt heute 200 000 ha. Zum Teil wird das Holz auch an die Goldminen geliefert als Grubenholz. Größere Flächen Eukalyptuswald werden von Privatbesitzern zur Erzeugung von Grubenholz angepflanzt. Bei einem Umtrieb von 8 bis 10 Jahren bekommt man Stämme von über 25 cm Durchmesser. Im Jahre 1937 wurden 660 000 fm Grubenholz im Werte von etwa 16 Mill. RM. an die Goldbergwerke geliefert.[7])

Auch die Nadelhölzer wachsen außerordenlich rasch. Nicht in geringem Maße ist die Art der Anpflanzung, so wie sie allgemein in Südafrika gebräuchlich ist, hierfür maßgebend. Mit geringen Ausnahmen herrscht der Kahlschlagbetrieb vor und danach künstliche Verjüngung. In Holzkisten, 35×25×12 cm groß, die mit gutem Boden gefüllt werden, wird gesät. Zwei bis drei Monate nach der Keimung werden die Pflanzen in einer Zahl von 25 bis 30 je Kiste in andere Kisten umgepflanzt. Nach 4 bis 6 Monaten, wenn die Pflanzen eine Größe von etwa 15 cm erreicht haben, werden sie in dem vorher gut durchgepflügten Waldboden in einem Pflanzverband von 2,8×2,8 m oder 3,2×3,2 m gepflanzt. Es wird gesorgt, daß beim Auspflanzen die Wurzeln gut mit Erde umgeben sind. Auf diese Weise bekommt man schon in den ersten Jahren ein sehr rasches und und gutes Wachstum (Abb. 1 u. 2). Abgesehen von außerordentlicher Trockenheit und Hitze, gehen in der Regel nur wenig Pflanzen ein.

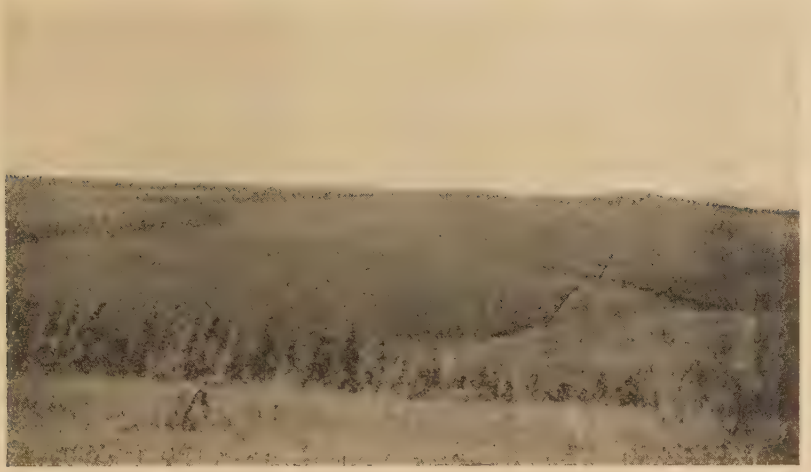


Abb. 1. Durch Neuanpflanzung entstandene Wälder von Pinus patula, Tweefontein, Ost-Transvaal ($4^1/_2$ Jahre alt)

Abb. 2. Pinus patula, $4^1/_2$ Jahre alt, Tweefontein, Ost-Transvaal

Einige Zahlen sollen das Wachstum veranschaulichen (Tabelle 1).

Tabelle 1.

Durchschnittliche Höhe und Durchmesser für verschiedene Bonitätsklassen.[8])

	Bonitätsklasse I		Bonitätsklasse II		Bonitätsklasse III	
Alter Jahre	Höhe m	Durchm. cm	Höhe m	Durchm. cm	Höhe m	Durchm. cm
			Pinus patula.			
5	7,8	17,6	5,4	12,0	3,6	7,2
10	16,5	33,6	12,3	24,8	8,1	17,2
20	26,7	45,2	21,3	42,8	15,9	30,4
30	31,5	72,0	25,8	55,2	19,8	37,6
			Pinus radiata.			
6	11,7	16,0	7,5	10,0	4,8	5,6
10	17,7	26,0	12,0	17,6	8,1	11,2
20	27,9	39,6	18,3	28,0	12,3	18,0
30	33,3	68,0	26,7	46,8	19,8	30,0
40	36,6	84,0	29,7	57,2	22,5	36,9

Es ist klar, daß solch rasches Wachstum sehr früh im Leben der Wälder eine Durchforstung erfordert und dies sehr oft zu wiederholen ist. Nach 5—10 Jahren, je nach der Holzart und Bonität, wird bereits das erstemal durchforstet und dies nach 3—5 Jahren wiederholt. Tabelle 2 zeigt den Vorgang.

Tabelle 2.

Durchforstungsanweisungen für P. patula und P. radiata bei einer Anfangs-Stammzahl von 2225 Stämmen je Hektar (Pflanzverband von 2.8× 2.8 m). Die Tabelle zeigt die Zahl der Stämme, die nach jeder Durchforstung wieder stehenbleiben:[8])

Bonitätsklasse I		Bonitätsklasse II		Bonitätsklasse III	
Alter Jahre	Zahl der Stämme je ha	Alter Jahre	Zahl der Stämme je ha	Alter Jahre	Zahl der Stämme je ha
		P. patula			
5	1250	6	1375	7	1500
8	750	9	825	11	850
12	500	14	550	20	575
18	325	25	375	35	450
		P. radiata			
6	1375	8	1500	10	1625
10	825	12	875	15	950
15	550	18	575	22	600
20	375	25	400	30	500
25	315				

Der Anfall an Durchforstungsholz ist, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sehr groß.

4. Die Verwendung des Durchforstungsholzes.

1. Sägewerke.

Bis jetzt hatte die Forstverwaltung große Schwierigkeiten, einen Absatz für das schwache Material zu finden. Die Ursachen waren folgende: Bis vor etwa 20 Jahren konnte das Land kein Nadelholz in großen Mengen und in den nötigen Ausmaßen liefern, noch gab es bis zu dieser Zeit Sägen, die das Nadelholz hätten verarbeiten können. Als das Land auch dieses Holz in größerem Umfang lieferte, fingen allmählich einige Unternehmer an, meist nur in kleinem Umfang, dies Holz aufzukaufen und zu sägen. Oft fehlte es diesen Leuten an der nötigen Erfahrung und ihre Sägewerke und deren Ausrüstungen waren äußerst mangelhaft.

So kam es, daß mit dem gesägten Holz, nach dem Verkauf, infolge ungenügender und unregelmäßiger Austrocknung und schlechter Bearbeitung gar keine guten Erfolge erzielt wurden. Dadurch verlor die Oeffentlichkeit alles Vertrauen zu eigenem erzeugtem Nadelholz, und nur wenige wagten es, Sägewerke zu errichten. Die Staatsforstverwaltung sah sich deshalb gezwungen, selber einzugreifen und Sägewerke als Musterbetriebe zu errichten. Bei sorgfältigem Sägen und Austrocknen ließ sich von diesem Holz dann auch sehr nutzbare Ware erzeugen. Auch als Kistenholz hat es sich sehr gut bewährt. Vor allem P. patula, die in großen Flächen in Transvaal vorkommt, liefert gutes Kistenholz, das beim Versand von Citrusobst ins Ausland sich gut bewährte.

Die Staatsforstverwaltung wird es sich in Zukunft zum Ziele setzen, weitere eigene Sägewerke zu errichten. Es soll dadurch eine Höchstleistung erzielt und wirtschaftliche Verfahren als Muster für andere entwickelt werden, damit die zukünftigen Bedürfnisse der Wirtschaft dadurch sichergestellt sind.

Obgleich es noch einen Mangel an gut eingerichteten Sägewerken gibt, so ist doch ein Fortschritt zu verzeichnen und findet immer mehr Durchforstungsholz Absatz. Da die Sägewerke aber nur Holz von einer Stärke von über 13 cm schneiden, so bleibt noch immer ein großer Teil des Durchforstungsholzes im Walde liegen. Wie

Tabellen 1 und 2 zeigen, fallen gerade bei der ersten Durchforstung, wenn die Stämme noch meist unter 13 cm stark sind, zum Teil bis zu 50 % der Stämme an. Für dieses Holz ist dann auch bis heute noch kein Absatz gefunden. Als Brennholz kann es nur in geringem Maße verwendet werden. Erstens liegen viele dieser Nadelwälder in hohen Gebirgsgegenden, wodurch das Bringen schwierig und für solch schwaches Holz sehr fostspielig wird. Zweitens ist das Land reich an Kohle, die ferner mit den Verkehrswegen gut verbunden ist. Dann muß noch in Erwägung gezogen werden, daß das Land verhältnismäßig dünn besiedelt ist und nur an wenigen Stellen, so z. B. in Johannesburg oder Kapstadt und Umgebung, ein größerer Brennholzbedarf besteht. Oft liegen die Wälder bis zu 100 km entfernt von dem nächsten großen Absatzgebiet. Dieser Zustand macht es der Forstwirtschaft unmöglich, einen großen Absatz für das schwache Durchforstungsholz als Brennholz zu finden. In der Tat ist dieses Holz bis jetzt meistens im Walde liegen geblieben, wo es verfaulte.

2. Zellulosefabriken.

Es ist darum um so mehr erfreulich, daß endlich einige Zellulosefabriken in Südafrika errichtet werden, so daß ein großer Teil des schwachen Holzes verarbeitet werden kann. Eine Fabrik wird in Springs, eine bei Sabie (beide in Transvaal) und eine dritte bei George in der Kapprovinz entstehen. Die Fabrik in Springs wird nebst Nadelholz auch Heu und Maiskolben als Rohstoff verwenden. Die Fabriken bei Sabie und George werden, nach Schätzung, etwa 25—30 000 fm Nadelholz jährlich benötigen. In der Hauptsache wird P. patula und P. pinaster in Betracht kommen, während P. radiata, P. canariensis, P. logifolia, P. caribaea, P. taeda und P. palustris in geringem Umfang herangezogen werden. Durchforstungsholz zwischen 7,5 und 13 cm Durchmesser ohne Rinde wird hierfür in Frage kommen. Es wird geschätzt, daß jährlich etwa 150 000 Festmeter Faserholz den Fabriken zur Verfügung stehen werden.

Die Errichtung dieser Zellulosefabriken wird für die Forstwirtschaft in Südafrika von sehr großer Bedeutung sein. Sie stellt diese

aber auch vor neue Anforderungen und vor neue Fragen. Bis jetzt war der Markt für schwaches Material nicht gefunden und das Holz blieb einfach im Walde liegen. Es gab daher auch keine Aufarbeitungs- und Bringungsschwierigkeiten, die gerade für schwaches Holz besonders groß sind. Je schwächer das Holz, um so kostspieliger seine Verarbeitung und Bringung.

Nach sorgfältiger Prüfung und Ueberlegung ist man zu der Ueberzeugung gekommen, daß das Faserholz den Fabriken gegen Preise zugeliefert werden kann, die es diesen gestattet, die Verarbeitung wirtschaftlich zu gestalten, während zu gleicher Zeit die Forstwirtschaft aus diesen Geldern die Kosten der Auarbeitung und Bringung, soweit sie dies selbst unternimmt, decken kann. Dies kann aber nur geschehen, wenn alle Arbeit so wirtschaftlich wie möglich zur Durchführung kommt.

An Hand von gewonnenen Kenntnissen aus eigener Erfahrung, allerdings mit stärkerem Holz und durch weitere Forschung, wird man bestrebt sein, den Betrieb so zu organisieren und zu leiten, daß ein möglichst niedriger Kostenaufwand entsteht. Dabei wird man sich auch zu Ländern wenden, in denen solche Fragen schon in fortgeschrittener Entwicklung stehen, um Erfahrungen, die dort vorliegen, im eigenen Lande, wenn auch mit gewissem Vorbehalt, zu übernehmen.

II. Die Frage der Verwendung des schwachen Holzes in einigen anderen Ländern.

Daß die Frage der Verwendung schwachen Materials in allen Ländern immer mehr an Bedeutung gewinnt, zeigen uns die häufigen Aufsätze, die hierüber in allen forstlichen Zeitschriften in den letzten Jahren zu lesen sind. Es ist eine gewisse Verschiebung in der Holzverwendung zugunsten des schwachen Materials (Faserholz) vor sich gegangen. Schweden z. B. erzeugte in den Jahren 1896 bis 1900 durchschnittlich 1,1 Mill. fm Papierholz und 12,8 Mill. fm Schnittware. Für 1934/35 lagen diese Ziffern auf 19,3 bzw. 12,0 Mill. fm.[30]) Besonders große Mühe macht man sich, einen Absatz für schwaches Material zu finden. Dieser machte immer mehr Schwie-

rigkeiten, zumal die Verwendung von Holzkohle für die Eisenwerke stets im Abnehmen ist. Dies gab, nach Hägglund,[31]) Anlaß dazu, daß die Sulfit-Zellstoffindustrie stark entwickelt wurde.

Für Finnland ist die Verwendung des schwachen Holzes eine der wichtigsten forstlichen Fragen und ihre Lösung stößt auf große Schwierigkeiten. Die Ursache liegt darin, daß die Kohle das Brennholz immer mehr verdrängt hat. Das Preisverhältnis von Kohle und Holz hat sich zugunsten der Kohle verschoben. Die mittleren Preise, wenn der Brennwert berücksichtigt wird, waren für Kohle und Brennholz:

Preis für Menge Brennstoff, die ihrem Brennwert nach 1 Tonne Steinkohle entspricht:[32])

	1930	1927
Brennholz	315,6 fmk	311,6 fmk
Steinkohle	214,5 fmk	237,5 fmk

Während für die Jahre 1915 bis 1921 die Einfuhr von Kohle etwa null war, war er 1933 gleichzusetzen, in Feuerungswert mit 6 bis 7 Mill. fm Brennholz.[33]) Dazu kommt noch eine einschränkende Ausfuhr von Stangen- und Grubenholz. Ferner wurde das Angebot von schwachem Holz immer größer, da der Absatz von stärkerem Schwierigkeiten bereitete und man zur Lieferung von schwachem Material überging. Außerdem wurden die unerschlossenen Gebiete durch bessere Bringungsanlagen zugänglich gemacht, wodurch ein höheres Angebot von diesen Gebieten erfolgte. Alle Anstrengungen werden gemacht, den Verbrauch zu steigern: Werbung, wissenschaftliche Forschung, Verbesserung der Bringung und Preissenkung, verbesserte Brennöfen und Verwendung von Holz bei der Eisenbahn, Holzgasgeneratoren, Holzverzuckerung, Zellstoff als Futter für Vieh usw. Die Erzeugung an Faserholz soll erhöht werden, indem Oedland und entwässerte Felder bepflanzt, die Bestockung in gewissen Gebieten erhöht wird, Pflegehiebe regelmäßig durchgeführt werden und die Technik des Fällens verbessert wird.[34])

In der Schweiz besteht der Holzanfall zu 50 % aus Brennholz, in Gebirgsgegenden sogar noch mehr.[35]) Der schwache Absatz dieses Brennholzes bereitet große Sorgen, vor allem, da Ersatzstoffe wie Kohle, Oel und Gas das Holz immer mehr verdrängen. Durch-

forstungen müssen oft wegfallen, wodurch eine Senkung der Güte des Enderzeugnisses entsteht. Die Papierfabriken sind nicht in der Lage, aus entfernten Gebieten ihren Bedarf mit Auswahlsorten zu decken; das Bringen ist zu kostspielig. Noch weniger sind sie in der Lage, schwaches Brennholz zu verwenden. Die einzige Lösung scheint die Errichtung einer Holzverzuckerungsanlage, zur Erzeugung von Holzspiritus, zu sein. Diese soll in der Lage sein, den gesamten Brennholzüberschuß zu verwenden. Eine Erhöhung der Faserholzaussortierung von Holz, das bis jetzt zu Brennholz verwandt wurde, scheint in der Schweiz wegen Preis- und Qualitätsfragen nur schwer möglich zu sein. Zwar wird seit 1937 auch Holz von 7 bis 9 cm Stärke zu Faserholz verwendet. Früher stand die Grenze auf 10 Zentimeter.[36]) Nach Bavier[37]) kann eine Erhöhung des Anfalls erreicht werden nur auf dem Wege einer Ertragssteigerung und durch vermehrte Durchforstungsmaßnahmen. Dies setzt verbesserte Bringungsmöglichkeiten voraus, vor allem in Gebirgsgegenden.

In den Vereinigten Staaten von Amerika hat man sich in den vergangenen Jahrzehnten wenig Sorge über das schwache Material und dessen Verwendung gemacht. Es waren große Flächen Urwälder vorhanden, welche schonungslos ausgebeutet wurden. Die Wälder in Middle Atlantic, Lake States und New England wurden wegen ihrer günstigen Lage zuerst in Angriff genommen. Nachdem der Vorrat dort immer mehr einschrumpfte, werden heute die Wälder der „Zweiten Generation" in den Gebieten der Pazifischen Küste und der südlichen Staaten herangezogen. In den südlichen Staaten hat sich die Papierindustrie, begünstigt durch große Rohstoffquellen, billige Arbeit, günstige Bringungsverhältnisse und niedrige Steuern, in den letzten Jahren sehr rasch entwickelt. 1934 bestanden dort 16 Papierfabriken, 1938 schon 46.[38]) Die Industrie, die große Waldgebiete dort angekauft hat, sowie die anderen Waldbesitzer, sind bestrebt, die Wälder zu schützen und nachhaltig zu bewirtschaften. Dazu sind Regeln aufgestellt worden, wonach Kahlschlag vermieden und Pflegehiebe durchgeführt werden müssen. Man wird also auch hier das schwache Durchforstungsholz in immer größerem Umfang zur Deckung des Faserholzbedarfes heranziehen. Auch im Norden dringt das Bewußtsein immer mehr durch, daß der Großkahlschlag-

betrieb verheerende Auswirkungen hat. So berichtet Ostrom,[39]) daß der Kahlschlagbetrieb, so wie er bei den Urwäldern und der „Zweiten Generation" durchgeführt worden ist, zur Folge hatte, daß bei der „Dritten Generation" minderwertige Holzarten eindringen und gewisse wichtige Holzarten ganz verschwinden. Wolle man den Wald behalten und nicht Oedland schaffen, so müsse nachhaltig bewirtschaftet und regelmäßige Pflegehiebe durchgeführrt werden. Je eher man in ganz Amerika, auch in Kanada (eins der wichtigsten Faserholz liefernden Länder der Welt, wo aber auch Raubbau getrieben wird), zu dieser Einsicht gelangt, um so besser ist es für ihre Forstwirtschaft und Industrie.

Dabei wird man sich mit den Rückarten umstellen müssen. Nicht in geringem Maß war die Ueberkapitalisierung der maschinellen Geräte in Amerika die Ursache, daß dort Raubbau getrieben worden ist. Soll das schwache Holz gewonnen werden, und zwar mit Pflegehieben, so wird hier viel wirtschaftlicher gearbeitet werden müssen. Sicher wird man in Amerika etwas von den europäischen Bringungsarten übernehmen können.

Auch die Frage der Abfallverwertung wird heute in Amerika stark beachtet. Es werden Anstrengungen gemacht, neue Verwendungsmöglichkeiten für dieses Material zu finden und den Transport so billig wie möglich zu gestalten.

Die Lage in Deutschland soll etwas eingehend geschildert werden. Hier ist die Frage der Verwertung des schwachen Materials, sowie des Abfallholzes, von allergrößter Bedeutung geworden, vor allem in den letzten Jahren, da man danach strebt, die Einfuhr so niedrig wie möglich zu halten, indem die Erzeugung im Inland erhöht wird. Wie dies erreicht werden soll, wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

III. In Deutschland.

1. Allgemeines.

Nach 1933 erfolgte ein gewaltiger wirtschaftlicher Aufschwung in Deutschland. Der Mangel an Kolonien und Devisen zwang das Land, die Rohstofferzeugung im eigenen Land mit aller Kraft zu

erhöhen. Es galt, die einheimischen Rohstoffquellen so intensiv wie nur irgend möglich auszunutzen, um den eigenen Bedarf zu decken.

Neben Kohle, Kalk und Eisen ist jetzt vor allem der Wald mit seinem Haupterzeugnis, Holz, als wichtigste Rohstoffquelle hervorgetreten. Das Deutsche Reich mit einer Fläche von rund 58 Mill. ha und einer Einwohnerzahl von 78,8 Mill. Menschen besitzt eine Waldfläche von 16,8 Mill. ha, d. h. 0,21 ha Wald pro Kopf der Bevölkerung.*) Davon entfallen auf Kiefer 36 %, auf Fichte 33 %, auf Buche 13 %, auf Eiche 8 %, Tanne 4 %, Weichlaubhölzer 4 % und andere Laubhölzer 2 % (nach Fläche). Daß diese Waldfläche nicht hinreichend ist, den Bedarf zu decken, beweist Tabelle 3.

Tabelle 3.

Nutzholzhandelsbilanz des altdeutschen Reiches in Mill. RM.

	1928	1932	1933	1934	1935	1936
Nutzholz-Einfuhr	609,6	95,3	116,3	196,9	211,2	205,5
Nutzholz-Ausfuhr	43,5	27,4	18,8	12,7	5,0	3,4
Mehreinfuhr	566,1	67,9	97,4	184,2	206,2	203,1

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, ist Deutschland gezwungen, große Mengen Holz vom Ausland einzuführen. Da wir es hier vor allem mit der Einfuhr von Faserholz (Zellstoff- und Papierholz), von Papier und Papierwaren zu tun haben, so müssen wir die Handelsziffern für diese Waren untersuchen. Tabelle 4 gibt die Einfuhr Deutschlands an Papierholz und Zellulose wieder:

Tabelle 4.

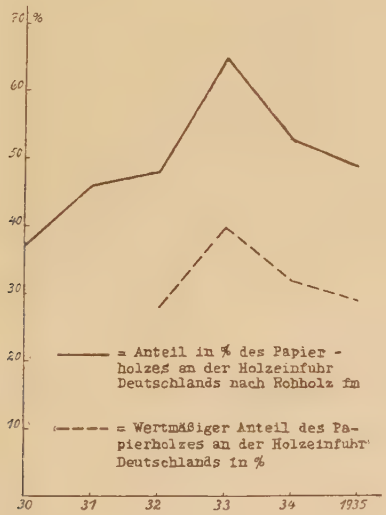
Einfuhr Deutschlands an Papierholz und Zellulose in Mill. RM.

Jahr	Papierholz	Zellulose
1926	61	15
1927	66	32

*) Stand Ende 1938.

Jahr	Papierholz	Zellulose
1928	81	40
1929	98	42
1930	80	35
1931	44	29
1932	26	15
1933	46	16
1934	62	17
1935	61	15
1936	50	16
1937	46	21
1938	50	19

In welch großem Maße das Papierholz an der gesamten Holzeinfuhr beteiligt ist, zeigt uns Kurve 1.[12]) Daraus ist zu entnehmen,



Kurve 1[12])

daß z. B. im Jahre 1933 der mengenmäßige Anteil der Papierholzeinfuhr an der gesamten Holzeinfuhr die Höhe von 65 % erreichte

und wertmäßig 40 %. Stellen wir neben diese Einfuhrziffern die Ausfuhr an Papier und Zellulose (Tabelle 5), so wird es deutlich, welch wichtige Rolle das Papier und damit das Papierholz in der Wirtschaft des Landes spielt.

Tabelle 5.

Außenhandelsbilanz der deutschen Zellstoff- und Papiererzeugung (in Mill. RM.).

Mehreinfuhr —, Mehrausfuhr +[13])

	1928	1932	1933	1934	1935	1936
Papierholz		— 25	— 45	— 62	— 60	— 50
Holzschliff u. Zellstoff		+ 21	+ 12	+ 14	+ 11	+ 5
Papier und Papierwaren		+186	+143	+121	+139	+161
Insgesamt	+361	+182	+110	+ 73	+ 90	+116

Das Faserholz liefert uns nicht nur das nötige Papier und die Papierwaren zur Deckung des eigenen Bedarfs, sondern es ermöglicht eine nicht geringe Ausfuhr dieser Waren, wodurch die so nötigen Devisen beschafft werden. Betrachten wir noch die Erzeugung von Textilwaren (siehe auch Seite 32), wodurch das Land die Einfuhr von Wolle usw. einschränken kann, so gewinnt das Faserholz immer mehr an Bedeutung.

Bei dem Streben nach erhöhter Eigenerzeugung muß die ganze forstwirtschaftliche Lage in Betracht gezogen werden und nach Dringlichkeit der Verbrauch geregelt werden. Daß dabei die Lieferung von Faserholz stark betont wird, ist aus dem Obengeschilderten klar ersichtlich. Alle Maßnahmen werden deshalb getroffen, eine erhöhte Ausbeute des schwachen Materials, das sich zu Faserholz eignet, zu sichern.

Grubenholz, welches wie das Faserholz hauptsächlich von Durchforstungen gewonnen wird, muß auch so weit wie möglich im eigenen

Lande erzeugt werden. Der Bergbau hat eine lebenswichtige Aufgabe im Rahmen des Vierjahresplanes zu erfüllen und es ist deshalb unbedingt notwendig, daß das nötige Grubenholz geliefert wird. 1937 betrug der Verbrauch etwa 8 Mill. fm.[11]) Zum großen Teil wurde das Holz vom Ausland eingeführt. Meistens benötigt man Kiefer, doch wird in gewissen Gebieten auch die Buche herangezogen.

Es ist wichtig zu wissen, daß der deutsche Wald in der glücklichen Lage ist, über große Mengen Durchforstungshölzer (gewissermaßen Durchforstungsholz-Reserven) zu verfügen, indem vor allem der Kleinwaldbesitz, der nach der Eingliederung Oesterreichs eine Fläche von 4,5 Mill. ha umfaßt, in den meisten Fällen auf kurze Umtriebszeiten gewirtschaftet und mit dem Durchforsten sehr oft zurückgeblieben ist.

Auch ernten wir heute die Früchte der Arbeit von mehr als 80 Jahren, als man dazu überging, die Laub- und Mischwaldbestände zu reinen Fichtenwäldern überzuleiten. Wäre diese große Umwandlung nicht vor sich gegangen, so sehr man auch Einwände gegen ausgedehnte Fichtenwälder erheben kann, so wäre man heute viel weniger in der Lage, den Bedarf an Papier- und Zellstoffholz zu decken.

2. *Maßnahmen zur Deckung des Bedarfes an Faserholz.*

Prüft man die Möglichkeiten, den Bedarf an Faserholz im eigenen Lande zu decken, so beschränken sich die Maßnahmen, die dazu führen, da es sich um eine wichtige Gegenwartsfrage handelt, zu folgenden:

1. Maßnahmen des Forstschutzes.
2. Erhöhung des Einschlages und Ertragssteigerung.
3. Sorgfältige Aussortierung des Holzes.
4. Erhöhte Ausbeute der Ablaugen.
5. Verwendung von Buchen- und Kiefernholz.
6. Verwendung von Stroh, Gräsern und Einjahrespflanzen.
7. Kampf gegen Papiervergeudung.
8. Zweckmäßiges Durchführen der Aufarbeitungs- und Bringungsverfahren.

1. Maßnahmen des Forstschutzes.

Durch die Entstehung großer Flächen reiner Nadelbestände im vorigen Jahrhundert war es dem deutschen Wald nicht mehr möglich, die gleich großen Wildbestände zu ernähren, wie dies früher der Laubwald oder der ungepflegte Nadelwald imstande war. Es entstanden große Schäden, indem das Wild Verjüngung durch Wildfraß und Durchforstungsholz durch Schälen der Stämme in ihrem Wachstum behinderte. Die Folge davon ist nicht nur ein beträchtlich hoher Zuwachsverlust, sondern wie Dieterich[15]) anführt, auch ein sehr großer Wertverlust, da Zellstoffholz, das vom Rotwild geschält worden ist, nicht mehr als solches zu verwenden ist. Eine wichtige Rohstoffquelle wird dadurch vernichtet und kann höchstens als Brennholz, das in genügendem Maße im Lande vorhanden und durch die Kohle besser zu ersetzen ist, verwandt werden. Auch die Endnutzung muß darunter leiden, indem die Durchführung des geplanten Einschlages, wo die Verjüngung versagt, verzögert wird. Das sofortige Herabsetzen des Wildbestandes auf eine entsprechend niedrigere Zahl, wie sehr auch diese Maßnahme den Jägern zuwider sein mag, ist die einzige Lösung. Auch das zweckmäßige Einzäunen der Verjüngungsflächen kann viel dazu beitragen, daß der Jungwuchszuwachs erhöht und der gewünschte Aufbau der Bestände mit Mischhölzern erreicht wird.

Ferner müssen alle Maßnahmen getroffen werden, die Brand- und Insektengefahr zu vermindern.

2. Erhöhung des Einschlages.

Der ständig steigende Bedarf an Holz, das Fehlen an Devisen und das Streben nach Unabhängigkeit von der Auslandseinfuhr veranlaßte das Reichsforstamt, den Holzeinschlag auf 150 % zu steigern. In den Staatswäldern erfolgte eine Erhöhung auf 150 % schon im Jahre 1934. In gewissem Maße beteiligte sich der Nichtstaatswald auch an dieser Erhöhung, doch hat der 150%ige Einschlag erst seit 1937 für alle Wälder Gültigkeit. Gegenüber dem normalen Einschlag wurde genutzt:[9])

1935: 141 %,

1936: 139 %,
1937: 151 %,
1938: 159 % (geschätzt).

Bei der Gewinnung dieses Mehranfalls sollen die Durchforstungen betont werden. Diese sollen in stärkerem Maße und größerem Umfang durchgeführt werden. Vor allem dem Faserholz kommt diese Maßnahme zugute. Die Erhöhung der Durchforstungsmaßnahmen erfolgte aus verschiedenen Gründen: erstens, weil man in großen Gebieten Deutschlands mit dem Durchforsten zurückgeblieben war und Durchforstungsholzreserven entstanden waren, aber auch deswegen, weil das Faserholz, welches in der Hauptsache das anfallende Holz der Durchforstungen darstellt, ein notwendiger Rohstoff ist: Verarbeitung zu Papier und Zellulose, es in großen Mengen vom Ausland eingeführt werden muß, es eine verhältnismäßig hohe Ausbeute erlaubt und weil das Papier bei der Ausfuhr die so wichtigen Devisen verschafft. Es war also auch eine Frage der Dringlichkeit der Versorgung der Industrie und eine Frage des Allgemeinwohles.

Beim Heranziehen der Durchforstungsbestände durfte der Grundgedanke der Forstwirtschaft, Nachhaltigkeit, aber nicht aus dem Auge verloren werden. Rücksichtsloses Durchforsten der Bestände, die sowieso einem Einschlag, der höher ist als der Zuwachs, unterlegen sind, wäre Raubbau. Es sollen deshalb vor allem diejenigen Bestände, in denen die Durchforstungen nur wenig und die, in denen sie bis jetzt überhaupt nicht durchgeführt worden waren, sei es infolge Mangel an Absatz, Bringungs- oder anderen Schwierigkeiten, angegriffen werden. Durch das frühzeitige und oftmalige Wiederholen der Durchforstungen soll die Zwischennutzung gesichert sein und die zukünftige Endnutzung in Wert und Masse gesteigert werden.

Im altdeutschen Reich kann der Anfall an Faserholz erheblich erhöht werden, indem nicht nur die Staats- und Gemeindewälder, sondern vor allem die bäuerlichen Fichtenwälder in stärkerem Maße durchforstet werden. Der Ertrag der kleinen privaten Wälder ist im Verhältnis zu den anderen Besitzarten sehr niedrig. So beträgt der Ertrag der Staatswälder des altdeutschen Reiches 5,1 fm je ha, für die Privatforsten im freien Besitz dagegen nur 2,4 fm.[15]) Dabei ist

zu beachten, daß diese 34,9 % der gesamten Waldfläche umfassen. 74 % dieser Wälder sind kleiner als 100 ha.[17]) Der große Unterschied im Ertrag ist zwar zum Teil darauf zurückzuführen, daß die kleinen Privatwälder meist auf sehr schwachem, sandigem Boden stehen, aber hauptsächlich deshalb, weil sie von den Besitzern, die meistens Bauern sind, nicht zur Lieferung von Nutzholz herangezogen werden. Manche Wälder sind auch, jedenfalls was die Hauptnutzung betrifft, überschlagen worden. Man kann die Beobachtung machen, daß eine sehr hohe Stammzahl vorhanden ist. Durch das Fehlen pfleglicher Maßnahmen wird das heranwachsende Holz wertmäßig geringer, aber auch die heutige Nutzung der Durchforstungshölzer und die Versorgung der Allgemeinheit mit Rohstoffen wird so nicht verwirklicht. Nach Dieterich[18]) könnten, durch bessere Durchforstungsmaßnahmen, in den 0,8 Mill. ha bäuerlicher Fichtenwälder des Altreiches jährlich pro ha 1 bis 2 fm mehr geschlagen werden, wodurch 1 bis 1,5 Mill. fm mehr an Faserholz jährlich erzeugt werden könnten.

Durch die Eingliederung Oesterreichs steht nun eine sehr große Quelle Durchforstungsholz zur Verfügung. In den Krisenjahren wurde der Einschlag stark zurückgehalten. Bei dem hohen Prozentsatz an Kleinwaldbesitzern (1 381 000 ha, d. h. 44 % der gesamten Waldfläche bestehen aus Kleinwaldbesitz unter 100 ha)[19]), ist der Umtrieb so niedrig, daß bloß ein geringer Teil von altem Holz vorhanden ist. (17 % über 80 Jahre; 27 % von 40 bis 80 Jahre; 46 % von 1 bis 40 Jahre und 9,5 % Blößen.)[20]) Bei dem starken Anteil der Fichte (57 %) wird sich die Forstpolitik hier zum Ziel setzen die Wälder, die vor allem in den Gebirgsgegenden vorkommen, zugänglich zu machen und zur Deckung des Zellstoff- und Papierholzbedarfes heranzuziehen.

Oesterreich wird aber, infolge der erhöhten Wirtschaftlichkeit, nicht in der Lage sein, große Mengen Holz dem Altreich zu liefern. Es wird dies selber für sich benötigen und ist ferner durch Bestehende Handelsverträge mit Italien und Ungarn gezwungen, diesen Ländern Holz abzugeben.

Sudetenland wird in bestimmten Mengen das Altreich mit Holz, darunter Faserholz, versehen können.

Es muß Ziel der Wirtschaft sein, den Ertrag nicht nur zeitlich, sondern auch für die Zukunft zu steigern. Entsprechende waldbauliche Maßnahmen sind zu treffen, den Ertrag vor allem in den Privatwäldern zu steigern. Zu denken sind an bessere Kulturmaßnahmen, Wirtschaftsplanzwang für Wälder über einer gewissen Größe, rechtzeitige und regelmäßige Durchforstung, die Entwässerung von Wiesen und Neuaufforstung von Oedland usw. Ferner ist die Zweckmäßigkeit einer Einführung schnellwachsender Holzarten zu untersuchen.

3. Sorgfältige Aussortierung des Holzes.

Nicht nur mit dem Durchforsten ist man in den meisten kleinen Forstbetrieben zurückgeblieben, sondern hat auf den Absatz und die planmäßige Ausbeute des anfallenden Holzes auch heute noch nicht genügend acht gegeben. Dem nationalwirtschaftlichen Sinne zuwider wird ein großer Teil, der zu Faserholz hätte aussortiert werden können, als Brennholz verwandt. Vorreiter gibt als Grund hierfür an: [21])

1. Viele, insbesondere kleine Forstbetriebe, benutzen ihre Stangen und Wipfel selber.
2. Schwaches Holz, dessen Absatz Schwierigkeiten bereitet, wird zu Brennholz verwandt, schon aus Gewohnheit.
3. Es besteht keine persönliche, räumliche und geschäftliche Verbindung mit der Holzindustrie.
4. Das schwache Holz liegt in schwer zugänglichen Gebieten, wodurch die hohen Bringungskosten es nicht lohnend machen, dies Holz auf den Markt zu bringen.
5. Es fehlt an Erfahrung, für welchen Zweck und in welcher Beschaffenheit dies Holz benutzt werden kann.

Auch dies schwache Holz kann zu Faserholz aussortiert werden. Vorreiter berichtet von Holzschliff- und Zellstoffwerken, die 2000 rm Brennholz aufkauften, um daraus 1700 rm Faserholz auszusortieren. Nicht die Frage, wie das Holz herangeschafft werden kann, ist ausschlaggebend, sondern es muß untersucht werden, für welche volkswirtschaftlichen Zwecke es am besten ausgenutzt werden kann.

Höchste Ausnutzung setzt intensives Sortieren voraus. So wird danach gestrebt, den Brennholzverbrauch herabzudrücken, indem ein Teil davon als Faserholz aussortiert wird. Durch Abbau der Brennholzberechtigungen kann der Verbrauch geregelt werden. Eine neue Verordnung, nach der es nicht mehr nötig ist, das Brennholz in 1 Meterstücken auszuhalten, ist ein weiterer Beitrag zur Erreichung dieses Zieles.

Durch den Ersatz des Holzes durch Kohle, ferner durch Verwendung guter Oefen, bei denen die Wärme voll ausgenützt wird, kann der Verbrauch weiter geregelt werden. Abgelegene Gebiete können mit Kohle versorgt werden, indem die Lastwagen beim Ferntransport von Holz, auf der Rückfahrt Kohle laden.

Der Verbrauch an Brennholz ist schon im Jahre 1938, wie die Zahlen beweisen, stark gesunken.[9])

1935: 18,20 Milj. fm,
1936: 17,80 „ „
1937: 18,38 „ „
1938: 14,50 „ „ (Aus Umlage abgeleitet).

Auch in Oesterreich und Sudetenland finden wir einen zu hohen Brennholzverbrauch. Nach Schätzungen[22]) beträgt der Inlandsverbrauch an Nutzholz in Oesterreich 3 160 000 fm gegenüber einem Brennholzverbrauch von 3 600 000 fm. Ein Teil dieses Holzes müßte zu Faserholz aussortiert werden.

Für die Erzeugung von Holzschliff, von dem jährlich bis zu 2 Mill fm eingeführt werden muß, kann schwaches Fichtenholz, das bis jetzt garnicht geschlagen oder aber als Brennholz verwandt wurde, ohne Schwierigkeiten benutzt werden, wenn es mit stärkerem gemischt wird. Zur Erzeugung von Weißschliff können ferner Fichtenprügel und Stangen verwandt werden. Zwar muß das Holz für solche Zwecke in der Saftzeit geschält und weißgeschnitzt werden, da sonst ein zu großer Holzverlust eintritt. Zur Herstellung von Zellstoff, wovon jährlich über 4 Mill. fm eingeführt werden mußten, können nach Untersuchungen von Prof. Schwalbe[21]) sogar geschälte oder weißgeschnitzte Fichtenstangen mit einem Durchmesser von 3 cm benutzt werden. Die Aeste sind hier kein Nachteil und werden im Sulfit-

verfahren weich gekocht. Eine Ausbeute von 46 % wird erreicht. Gütschow[21]) hat bewiesen, daß schwaches Holz, wenn es auch krumm und astig ist, sich leicht schälen läßt außerhalb der Saftzeit, indem man es in Kammern bei 30—40° C Hitze dämpft.

Durch das Heranziehen dieser schwachen Fichtenstangen kann die Einfuhr um weitere 1 bis 1½ Mill. fm gesenkt werden.

4. Erhöhte Ausbeute der Ablaugen.

Auch die Industrie kann zur Versorgung von Rohstoffen mithelfen, indem sie danach strebt, die Ausbeute der Ablaugen so hoch wie möglich zu gestalten. Das Lignin, das etwa 30 % der Trockensubstanz ausmacht, muß auch herangezogen werden. Untersuchungen, die in Amerika gemacht wurden,[22]) lassen hoffen, daß das Lignin ein wichtiges Material zur Weiterverarbeitung werden wird. Ferner könnte das organische Material, das bei dem Sulfitverfahren zu 12 % verloren geht, wieder gewonnen werden.

Solche Maßnahmen, welche eine erhöhte Ausbeute ergeben, würden nicht nur eine niedrige Einfuhr zur Folge haben, sondern würden es der Industrie ermöglichen, höhere Preise zu bezahlen und weniger Ansprüche an die Stärke des Holzes zu stellen. Dies käme der Forst- und der Volkswirtschaft zugute.

5. Verwendung von Buchen- und Kiefernholz.

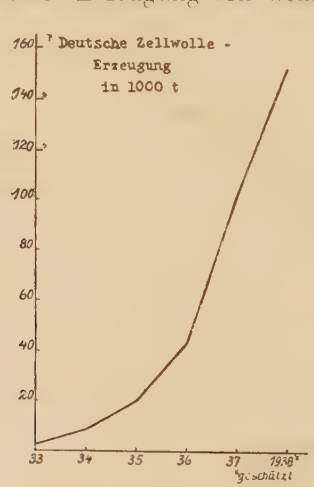
Von ungeahnter Bedeutung für die Versorgung des Landes mit Faserholz ist die Möglichkeit, die die Chemie uns geboten hat, auch Buchen- und Kiefernholz zu diesem Zweck zu verwenden. Hierdurch können große Mengen Buchen- und Kieferndurchforstungshölzer, die bis jetzt für Brennholz benötigt wurden, zur Deckung des Faserholzbedarfes herangezogen werden. Der Anteil der Buche und Kiefer am gesamten Brennholzeinschlag beträgt rund 7 Mill. fm. Hiervon kann etwa ein Drittel als Faserholz verwendet werden.

Buchenholz wird hauptsächlich bei der Herstellung von Kunstseide, Zellwolle, Zellglas usw. verwandt. Buchenfasern, die dünn und kurz sind, eignen sich nicht zur Erzeugung von Papier. Höchstens als Beimischung mit anderen Holzarten haben sie hier eine Bedeutung. Bei der Herstellung von Zellwolle spielt der Bau der Faser aber

keine Rolle; da kommt es nur auf die chemische Beschaffenhe an. Das Holz kann nach allen bekannten Verfahren verarbeitet wer den, doch ist das alkalische zu bevorzugen, da es die geringsten An sprüche an die Güte des Holzes stellt.

Bei der Kiefer kommt nur das alkalische Verfahren in Frage. De Kiefernzellstoff wird zur Herstellung von Packpapier, aber auch fü Textile und andere chemische Zwecke benutzt. Versuche[24]) ergabe eine Ausbeute von 43 % auf absolut trockenes, harzfreies Holz be rechnet. Auch die Nebenprodukte, wie Harzseife und Terpentinö können zu 60 % bzw. fast 100 % gewonnen werden.

In wie großem Umfang die Buche und Kiefer jetzt an der Ver sorgung mit Faserholz beteiligt sind, zeigen uns die Listen der Staat forstverwaltung über den Einschlag und Verkauf der Staatsforste im Altreich für 1939.*) Von einer gesamten Menge von 3,856 Mil fm (mit Rinde gemessen) entfallen 1,75 Mill. fm auf Fichte Tanne auf Kiefer 1,027 Mill. fm und auf Buche 1,078 Mill. fm. Dies is um so bemerkenswerter, wenn man bedenkt, daß vor einigen Jahre der Bedarf, mit Ausnahme von etwas Tanne, fast ausschließlich durc Fichtenholz gedeckt worden ist. Der hohe Anteil der Buche ist i erster Linie eine Folge des Aufschwunges der Zellwollindustri (Siehe Kurve 2.) Bei einer Erzeugung von weniger als 3 Tonnen i



Kurve 2[25])

*) Völkischer Beobachter, 15. Jan. 1939.

Jahr 1933, wurde 1938 nach Schätzung[25]) über 150 Tonnen erzeugt und wird diese bis zur Mitte des Jahres 1939 einen Umfang von 225 000 Tonnen annehmen.

6. Verwendung von Stroh, Gräsern und Altpapier.

Zur Zeit wird etwa 1 % des Strohanfalls im Reich zur Erzeugung von Papier, Zellwolle und Kunstseide verbraucht. Würde dies auf 2 % gesteigert, ergäbe es nach Schätzungen[26]) eine Ersparnis von etwa 1 Mill. fm Faserholz. Von Seiten der Forstwirtschaft muß hier aber gewarnt werden gegen einen zu hohen Strohverbrauch. Tritt bei schlechter Ernte ein Mangel an Futter und Heu auf, so geht der Bauer dazu über, Waldstreu zu verwenden. Dies kann einen Rückgang der Bestandesgüte zur Folge haben.

Durch den Anbau und Verbrauch von Gräsern und Einjahrespflanzen könnte die Einfuhr von Faserholz weiter gesenkt werden. Ferner muß das Altpapier in noch größerem Maße verwandt werden. Bei Beginn des Vierjahresplanes betrug der Verbrauch von Altpapier rund 650 000 Tonnen, ist aber 1938 auf rund 1 Mill. Tonnen gestiegen, wodurch etwa 1 Mill. fm an Faserholz gespart worden ist.[27])

7. Kampf gegen Papiervergeudung.

Gegen die Papiervergeudung müssen strenge Maßnahmen getroffen werden. Der Verbrauch betrug 1927 27 kg je Kopf der Bevölkerung, 1936 etwa 35 kg und 1937 sogar 36 kg. Durch Belehrung der Bevölkerung und Warnung vor Verschwendung, vor allem für Reklamezwecke, kann der Verbrauch vermindert werden.

8. Bessere Aufarbeitungs- und Bringungsverfahren.

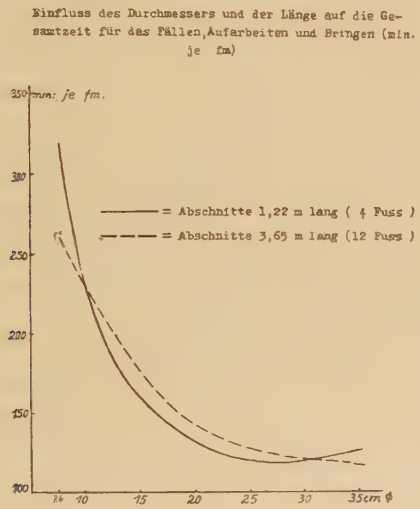
Wenn hier die Rede von einer erhöhten Erzeugung des Faserholzes im Rahmen des Vierjahresplanes gewesen ist, dann deswegen, weil dadurch die Frage der Verwendung von geringwertigem Holz

stark in den Vordergrund getreten ist und weil bei der Heranschaffung desselben wir vor die Frage gestellt werden, wie dies wirtschaftlich geschehen kann. Denn auch in der Zukunft, selbst wenn wieder zu einem normalen Einschlag zurückgekehrt wird, ist damit zu rechnen, daß das schwache und krumme Holz, Abfallholz, Sägespäne usw. immer mehr an Bedeutung gewinnen wird. Die chemischen und technischen Mittel, das Holz zu verarbeiten, fehlen nicht. An einem aber kann das Ganze scheitern: am Aufarbeiten, Rücken und Bringen des Holzes. Hier wird die Verwertungsgrenze festgelegt, wobei es vor allem eine Kostenfrage ist. Wenn die Aufarbeitungs- und Bringungstechnik nicht Schritt hält mit der Entwicklung der Wissenschaft, wird das Ganze mißlingen.

Fassen wir kurz die für uns wichtigen Punkte aus den obengenannten Ausführungen zusammen, so bekommen wir folgendes Bild: Deutschland ist bestrebt, sich in immer größerem Maße in seiner Holzversorgung vom Ausland unabhängig zu machen. Die Steigerung der Faserholzerzeugung wird dabei stark betont. Der Mehreinschlag soll, im Gegensatz zum Kahlschlag, in Form von Pflegehieben durchgeführt werden. Bestände, bei denen die Durchforstung vernachlässigt worden ist, sollen in erster Linie herangezogen werden. Diese befinden sich hauptsächlich in Gegenden mit schwierigen Bringungsverhältnissen und sind meistens kleinere, unter 100 ha große Forstbesitze, die ferner oft zerstreut und unzusammenhängend liegen. Die Ansprüche an Güte und Stärke des zu Faserholz verwendbaren Materials ist immer geringer geworden. Holz bis zu 3 cm Durchmesser, auch krummes und astiges Holz, kann benutzt werden. Diese genannten Umstände haben aber alle den gemeinsamen Nachteil, daß sie die Aufarbeitungs- und Bringungskosten erheblich steigern: Kahlschläge ergeben die billigste Verarbeitung, schwache Durchforstungen dagegen, bei denen der Anfall verhältnismäßig gering ist, bringen erhöhte Kosten mit sich. Vor allem ist dies der Fall, wo die Bringungsverhältnisse ungünstig sind, z. B. in Gebirgsgegenden, wo große und teure Bringungsanlagen sich durch den geringen Materialanfall nicht bezahlt machen. Auch die kleinen Waldbesitzungen haben denselben Nachteil: Kleine, zerstreute Bestände mit geringem Anfall von Durchforstungsholz je Fläche,

Buchenholz ist verhältnismäßig schwer im Gewicht, wodurch das Aufarbeiten und Bringen erschwert und die Kosten erhöht werden.

Wohl aber der wichtigste Punkt, der die Kosten beeinflußt, ist die Durchmesserstärke des Holzes. Im allgemeinen kann man sagen, daß alle Teilarbeiten der Aufarbeitung und Bringung durch die Stärke des Holzes so beeinflußt werden, daß beim Abnehmen des Durchmessers ein dementsprechend erhöhter Zeit- und Kostenaufwand entsteht. Dies kann man sehr gut an Hand eines Beispieles verfolgen. (Siehe Kurve 3.) Bubie [28]) untersuchte in Kanada den Zeit-



Kurve 3[28])

aufwand für die Teilarbeiten der Aufarbeitung und Bringung von 3,65 m- und 1,22 m-Abschnitten für verschiedene Durchmesserklassen. Aus der Kurve ist zu ersehen, daß für 3,65 m-Abschnitte der gesamte Zeitaufwand je fm bei einer Durchmesserstärke von 7,6 cm 260, von 35,5 cm dagegen nur 130 Minuten beträgt. Für 1,22 m-Abschnitte liegen die Zeiten bei 320 bzw. 115 Minuten.

Wir stehen also vor folgender Tatsache: Auf der einen Seite haben wir festgelegte Preise, auf der anderen festgelegte Löhne. Dazwischen

haben wir die Kosten für die Ausformung und Bringung. Diese Kosten sind besonders hoch für das schwache Material und Durchforstungsmaßnahmen sind oft mit Verlusten verbunden und nur von zwei Punkten aus zu rechtfertigen:

1. Erhöhung des Wertes der heranwachsenden Bestände durch Pflege.
2. Aus Gründen der Versorgung des Landes mit Rohstoffen, also zum Nutzen des Allgemeinwohles.

Der Forstbesitzer, der das Holz verarbeitet, aber auch der Käufer und die Industrie sind daher gezwungen, wollen sie bestehen, alle Mittel zu ergreifen, um die Kosten der Aufarbeitung und Bringung so niedrig wie möglich zu gestalten. Dies Ziel kann nur dann erreicht werden, indem das Rationalisierungsprinzip so wirkungsvoll wie möglich im Betrieb durchgeführt wird. Unter Rationalisierung versteht man die Anwendung technischer und organisatorischer Maßnahmen, die auf ein Mindestmaß von Kraft- und Stoffverlust hinauslaufen.[96]) Es soll also danach gestrebt werden, durch Anwendung technischer und organisatorischer Maßnahmen, mit möglichst wenig Kraft- und Stoffverlust eine möglichst große Leistung zu erreichen. Schon die heutige Arbeiterlage zwingt uns dazu. Erhöhte Einschläge beanspruchen erhöhte Arbeitereinstellung. Da infolge des Aufschwunges in allen Gebieten der Wirtschaft schon ein Arbeitermangel entstanden ist, ist man auch in der Forstwirtschaft dazu gezwungen, mit weniger Arbeitern eine erhöhte Leistung aufzuweisen. Dies kann nur erreicht werden, indem der Einsatz von Arbeit und Arbeitsmitteln zweckmäßig organisiert wird. Jede Teilarbeit muß der darauffolgenden angepaßt sein, damit alle unnötigen Leerläufe vermieden werden. Die Arbeiter müssen geschult und die Arbeit so geschickt wie nur irgend möglich durchgeführt werden. Wichtig ist ferner die planmäßige Verteilung der Arbeit über das ganze Jahr, wodurch die Möglichkeit geschaffen wird, einen seßhaften, gesunden Waldarbeiterfachstand aufzubauen. Nur die besten Geräte müssen verwendet werden und ihre Instandhaltung gesichert sein.

Dabei kommen wir zu der für die Forstwirtschaft sehr wichtigen Frage, nämlich die der Mechanisierung des Betriebes. Beim Lesen dieses Satzes wird mancher Forstmann sagen: Mechanisierung der Durchforstungsmaßnahmen, unmöglich! Doch hören wir, was ein Fachmann, eine Autorität auf diesem Gebiet, dazu sagt: Koroloff, von der Canadian Paper and Pulp Association,[29]) behandelt die Frage der Mechanisierung des Bringungsbetriebes in Kanada und kommt zu der Folgerung, daß es immer mehr notwendig sei, Tier- und Handarbeit durch die Maschine zu ersetzen, gerade heute, wo der Wettbewerb groß und die Arbeit teuer und mangelhaft wird. Die Meinung, daß Mechanisierung nur dort zulässig ist, wo sehr starkes Holz vorhanden sei und nicht etwa, wie in Ost-Kanada, wo die Wälder schwach bestockt und die Bäume „beinahe so klein wie Streichhölzer" sind, ist falsch, denn werden nicht auch Streichhölzer durch Maschinenarbeit angefertigt, gerade weil sie zu klein sind, die Anwendung von Handarbeit zu rechtfertigen? Es wäre gewiß richtig, meint er weiter, wenn man sagt, daß das Bringungsverfahren in Ost-Kanada nicht trotz, sondern gerade wegen der geringen Stärke der Stämme und der schwachen Bestockung äußerst mechanisiert sein muß, daß es deswegen unwirtschaftlich sei, Menschen- und Tierkraft zu verwenden. Menschen- und Tierkraft eignen sich am besten zu mittelstarkem Holz, während es bei sehr starkem und sehr schwachem Holz nötig ist, daß man intensiv mechanisiert.

In einem anderen Aufsatz behandelt Koroleff[30]) die Faktoren, welche die Mechanisierung des Betriebes zurückgehalten haben. Diese haben auch für Deutschland Gültigkeit:

1. Das Fehlen eines systematisch anhaltenden und genügend finanzierten Versuches, den Forstbetrieb zu mechanisieren;
2. die Neigung, sich an alte Verfahren zu halten und der Widerstand, neue auszuprobieren;
3. der Widerstand bei Behörden, neue Maschinen auszuprobieren, es sei denn, daß ein sofortiger finanzieller Erfolg gesichert ist. Man überläßt es lieber seinen Nachbarn, irgendwelche Versuche zu machen;
4. der Glaube, daß Mechanisierung wohl geeignet ist für die sehr

starken Stämme der Wälder von USA., daß sie aber für unsere Verhältnisse ganz ungeeignet sind;

5. das Holz wird sehr oft von Bauern und anderen Privatleuten gerückt, wobei ganz unzweckmäßig gearbeitet wird und Bringungsgeräte benutzt werden, die vielleicht für die Landwirtschaft, aber nicht für die Forstwirtschaft geeignet sind.

Da die nötigen Geräte oft nur mit hohen Kosten anzuschaffen sind und diese nur zu gewissen Zeiten des Jahres benutzt werden, so sind diese Leute nie geneigt, neue und gute Forstgeräte anzuschaffen.

In Amerika, wo das Rücken und Bringen meist durch große Genossenschaften, die über große Kapitalvorräte verfügen, geschieht, ist es viel leichter, moderne Maschinen in der Forstwirtschaft einzuführen.

In U.S.A. ist der Betrieb nicht nur wegen der ausgedehnten Flächen, des großen Massenanfalls und der Stärke der Stämme mechanisiert, sondern auch, weil jede Gruppe, die Forstwirtschaft und die Maschinenindustrie, schon für längere Zeit eng zusammenarbeiten. Die Industrie war in jeder Hinsicht bestrebt, ihre Maschinen dem Forstbetrieb anzupassen und zu vervollkommnen. Durch rege Werbung mittels Zeitschriften und Vorführungen hat sie ihre Erzeugnisse bekannt gemacht.

In Deutschland ist der Ferntransport, der von größeren Privatunternehmen oder der holzverarbeitenden Industrie, die über größere Kapitalvorräte verfügt, geleitet ist, schon in starkem Maße mechanisiert. Dagegen ist beim Rücken nur wenig in dieser Hinsicht getan worden. Es wäre hier Aufgabe der Forstbehörden, die Mechanisierung in den Staatswäldern zu fördern. Auch der Großbesitzer muß seinen Betrieb umstellen. Kleinere Waldbesitzer können sich vereinigen und zusammen die nötigen maschinellen Vorrichtungen anschaffen. Der Schlepper, der in der Landwirtschaft allgemein benutzt und von staatlichen Stellen stark befürwortet wird, könnte im Winter, wenn die Arbeit auf dem Felde ruht, zum Rücken im Wald herangezogen werden.

Aufgabe der Technik ist es ferner, besondere Aufmerksamkeit der

Mechanisierung der Fällungs- und Ausformungsarbeit zu widmen. Zum Fällen und Ablängen ist eine leichtgebaute Motorsäge, welche eine hohe Schnittleistung aufweist, zu entwickeln. Zum Schälen ist daran zu denken, eine Maschine herzustellen, bei der der Holzverlust äußerst gering ist, so daß auch schwaches und krummes Holz, welches durch das Schälen mit der Hand sehr kostspielig wird, wirtschaftlich verarbeitet werden kann.

C. METHODIK UND VERSUCHSERGEBNISSE.

I. Aufgabestellung dieser Arbeit.

Es ist Ziel und Aufgabe dieser Arbeit:

a) die Nutzung des Faserholzes einer Untersuchung zu unterwerfen;
b) an Hand bestehender Untersuchungen, sowie durch eigene Versuche, Wege zu finden, durch welche die Wirtschaftlichkeit der Faserholznutzung gesteigert werden kann.

II. Methodik der Untersuchungen: Zeitstudien.

Die Frage des zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten Arbeits- und Geräteeinsatzes beim Fällen und Aufarbeiten kann geklärt werden, indem die Leistungen verschiedener Arbeitsweisen und -Geräte miteinander verglichen werden. Schon in früheren Jahren machte man Leistungsuntersuchungen zu dem Zweck, eine gerechte Entlohnung der Arbeiter zu erhalten. Die Akkordsätze mußten aufgrund vorhandener Unterlagen aufgebaut werden. Für Baden wird berichtet,[63]) daß schon 1927 auf statistischem Wege Leistungsuntersuchungen gemacht wurden, um einen Anhaltspunkt zur Festsetzung der Tariflöhne zu bekommen. Der Nachteil dieser statistischen Methoden aber wurde bald erkannt. So führt Barth[64]) an, daß das gefundene Material kein Ergebnis über die wichtigste Frage, nämlich welche Menge jeder Sorte in einer bestimmten Zeit aufgearbeitet werden kann, aufwies. Die Statistik gibt nur die erreichten Leistungen in Bausch und Bogen an und erst nach Jahren ist es möglich, einen gewissen Einblick in diese zu bekommen. Wie die verschiedenen Umstände die Leistung nach der einen oder anderen Weise beeinflussen, ist aber aus diesen statistischen Untersuchungen nur sehr undeutlich zu ersehen.

Es war nicht möglich, auf diese Weise zahlenmäßig genau festzustellen, ob eine gewisse Leistung als durchschnittlich zu bezeichnen war und welche Faktoren dafür maßgebend waren, daß die Leistungen manchmal hoch, manchmal niedrig lagen.

Um diese Mängel zu beseitigen und um einen tieferen Einblick in den Aufbau von Leistungen zu bekommen, ging man dazu über, Zeitstudien*) mittels der Stoppuhr durchzuführen. Mittels der Zeitstudie bekommt man die Ergebnisse in viel kürzerer Zeit mit viel weniger Material und es ist möglich, die Arbeitsleistung und die verschiedenen Faktoren, die positiv oder negativ auf diese einwirken, festzustellen. Zwar ist bei der Zeitstudie mehr Geld und Zeit erforderlich. Als weiterer Nachteil der Zeitstudie ist zu bezeichnen, daß sie nur auf einem verhältnismäßig kleinen Hundertsatz der gesamten Arbeit beruht und dann für große Gebiete geltend gemacht wird. Dort, wo die Verhältnisse sehr rasch wechseln, so z. B. in Gebirgsgegenden, kann eine einzige Zeitstudie überhaupt nicht maßgebend für große Flächen sein. Es ist deshalb nötig, will man mittels Zeitstudien zur Feststellung von Tarifen gelangen, daß diese in verschiedenen Gegenden zur Durchführung gelangen. Daraus lassen sich Durchschnitte ermitteln.

Die Zeitstudie hat aber auch eine andere, für uns hier sehr wichtige Aufgabe, nämlich die Wirtschaftlichkeit verschiedener Verfahren und Geräte zahlenmäßig festzulegen. Nur mittels der Stoppuhr ist es möglich, die Holzhauerarbeit in ihren verschiedenen Gliedern aufzuteilen, den Anteil von diesen an der Gesamtarbeit festzustellen, und den Einfluß verschiedener Bedingungen nicht nur auf die Gesamtarbeit, sondern auch auf die Teilarbeiten zu ergreifen. Hat man diese Unterlage, so ist einem die Gelegenheit gegeben, alle leistungshemmenden Faktoren so weit wie möglich auszuschalten und die Arbeit rationell zu gestalten.

*) Zeitstudie: Die Erfassung der Zeiten für die einzelnen Vorgänge bei der Arbeit. Bei kurz dauernden, rasch wechselnden Teilarbeiten werden die Zeiten mit der Stoppuhr, bei länger anhaltenden aber die gewöhnliche Sekundenuhr dazu verwendet, die Zeiten zu ermessen. Dabei kann entweder jede Teilarbeit für sich abgelesen werden, oder die Arbeit als Ganze erfaßt, beim Anfang und Ende einer jeden Teilarbeit die Zeiten vermerkt und später der Zeitaufwand ausgerechnet werden.

Bei Aufnahme von Zeitstudien zur Gewinnung von Unterlagen für die Bildung von rationellen Arbeitsvorgängen sind die absoluten Zahlen, im Gegensatz zu dem vorgenannten Ziel der Zeitstudien, von wenig Bedeutung. Vielmehr legt man hier den Nachdruck auf die relativen Leistungen zweier oder mehr Verfahren oder Geräte, um daraus Schlüsse über die Herstellung von den höchstleistenden, aber auch zugleich wirtschaftlichsten Arbeitsverfahren und Geräten ziehen zu können. Dabei muß vor allem auf die Neigung der Zeit- und Kostenzahlen geachtet werden. Die Neigung zeigt uns, wie gewisse Faktoren, wenn wir sie in ihre Stärke wechseln, auf die Kosten einen Einfluß ausüben. Als Hilfsmittel zur Ausführung bedient man sich der Kurven, da mittels dieser die Entwicklungsrichtung der Leistungsunterschiede am deutlichsten zum Ausdruck kommt.

Will man Folgerungen aus den Ergebnissen gewonnener Untersuchungen ziehen, so ist es falsch, zwei Zeitstudien miteinander zu vergleichen, wenn diese nicht unter Verhältnissen gemacht wurden, bei denen die verschiedenen Faktoren, welche die Leistungen beeinflussen (Witterung, Leistungsfähigkeit des Arbeiters, Bestockungsgrad, Topographie, Holzart, Durchmesser usw.) die gleichen sind. Vergleiche dürfen nur unter denselben Bedingungen durchgeführt und dabei immer nur der Faktor oder die Faktoren, deren Einfluß man feststellen will, geändert werden.

Es gibt Teilarbeiten, welche unabhängig von den vorhergehenden oder darauffolgenden stehen, andere aber, die direkt mit diesen verbunden sind. Für solche darf niemals eine Schlußfolgerung gemacht werden über die Zweckmäßigkeit eines gewissen Verfahrens, nur weil diese zu einer erhöhten Leistung bei der Ausführung dieser Teilarbeit führen dürfte. Erst nachdem festgestellt worden ist, daß dieses Verfahren auch die Leistung bei den darauffolgenden Teilarbeiten günstig, oder nicht in dem Maße negativ beeinflußt, daß die erhöhte Leistung für die erste Teilarbeit wieder aufgelost wird, darf dieses Verfahren als gerechtfertigt angesehen werden, vorausgesetzt natürlich, daß die erhöhte Leistung auch mit einer erhöhten Wirtschaftlichkeit verbunden ist. Bei einer Studie[28]) z. B. hat es sich gezeigt, daß das Aushalten der Stämme in 3,65 m-Abschnitte für

alle Teilarbeiten der Ausformung und des Rückens eine erhebliche Zeitersparnis gegenüber dem Verfahren, wonach das Holz in 1,22 m-Abschnitte abgelängt wurde, erbrachte. Das Holz wurde zum Schluß getriftet. Es waren nun die Verhältnisse derart, das die Arbeit für die 3,65 m-Abschnitte so viel höher lag, daß alle Vorteile der langen Aushaltung wieder aufgehoben wurden.

III. Die Auswertung der Ergebnisse von Zeitstudien in Bezug auf das Fällen, Aufarbeiten und Rücken von Faserholz.

1. Das Fällen.

Stämme, die zu Faserholz ausgeformt werden sollen, werden immer mit der Säge gefällt. Die Vorschriften verlangen, daß das Holz an beiden Enden glatt mit der Säge geschnitten ist und wäre es sinnlos, die Axt zum Fällen zu benutzen, da das hierdurch notwendige nachträgliche Glattsägen Verschwendung von Zeit und Holzmaterial bedeuten würde.

Das Fällen kann mit der Hand- und mit der Motorsäge erfolgen.

1. Die Handsäge.

Von den verschiedenen Sägetypen wird für schwaches Holz die Bügelsäge (Abb. 3) empfohlen. Ein fast gerades Sägeblatt wird

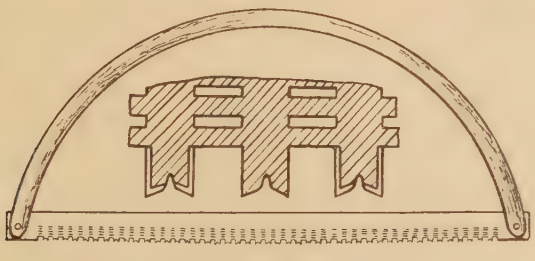


Abb. 3. Bügelsäge mit Gerson-Bezahnung.

von einem Bügel in Spannung gehalten und dadurch das Biegen und Steckenbleiben verhindert. Der Bügel wird aus Holz, Eisen oder

Stahl angefertigt, doch ist der hölzerne dem aus Metall überlegen. Der Stahlbügel ist bei kaltem Wetter unangenehm zum Anfassen, ist schwer im Gewicht und verliert seine Spannung sehr rasch. Gläser[56]) berichtet von einer Untersuchung des Iffa, welche ergab, daß nach dreimonatelangem Gebrauch die Spannung des Stahlrohrbügels von 55 kg auf 42 kg gesunken war. Nach 6 Monaten betrug sie 37 kg, nach 9 Monaten bloß noch 25 kg. Ferner erfordert das Ersetzen mit neuen Bügeln hier größere Mühe und höhere Kosten.

Der Holzbügel wird aus glatten Fichten-, Vogelbeer- oder Haselnußstangen oder junger Kiefer, Bankskiefer, Ulmen, Eschen usw.[66]) hergestellt.

Nach Stentzel muß der Bügel eine Mindestspannung von 70 kg haben,[67]) d. h. so viel etwa, wie ein Mann noch allein zu spannen vermag.

Die Bügelsägeblätter müssen, nach Gläser,[70]) folgende Abmessungen haben:

Länge	800	900	1000	1200	1400 mm
Breite	50	50	60	60	70 mm

Der gekehlte M-Zahn (Gersonzahn) mit einer Schneideflanke von 35 bis 40° wird von Gläser[68]) als geeignetste Zahnform empfohlen. Diese Zahnform weist eine hohe Leistung, aber auch großen Kraftverbrauch auf und ist nach Stentzel[86]) sehr leicht und schnell instand zu setzen.

Der Bügel ermöglicht es, daß ein dünneres Blatt, wie bei bügellosen Sägen, angewendet werden kann, wodurch ein geringerer Holzverlust auftritt.

Fuchs[69]) führt aus, daß die Bügelsäge handlicher und weniger ermüdend wirkt. Ein Versuch ergab, daß für Holz unter 30 cm diese Säge allen anderen, bis auf die Sonnensäge, überlegen war. Für schwaches Fichtenholz ist nach seiner Erfahrung[71]) die Bügelsäge die geeignetste.

Zum Fällen findet diese Säge vor allem in Franken und Norddeutschland Anwendung. In Bayern wird zum Fällen als nachteilig empfunden, daß das Gewicht der Bügel die Schnittrichtung nach oben lenkt und Klemmen verursacht.

Hier gebraucht man die Schrotsäge, während die Bügelsäge mit Vorliebe zum Ablängen von schwachem Holz angewandt wird.

Das Fällen erfolgt, nachdem am Stammende alle Hindernisse entfernt worden sind. Sind starke Wurzelansätze vorhanden (Buche und Fichte), so müssen diese erst mit der Axt abgehauen werden. Geringe Ermüdung erfolgt und eine Steigerung der Leistung wird erreicht, indem die Arbeit knieend ausgeführt wird. Metz [61]) schlägt ein einmänniges Umsägen der Stämme unter 12 cm Durchmesser vor, während für stärkeres Holz zwei Mann nötig sind. Bei sehr schwachen Stämmen kann der ganze Schnitt mit der Säge erfolgen. Bei stärkeren aber klemmt die Säge und wird das letzte Stück mit der Axt getrennt. Es empfiehlt sich, die Harzer Axt (siehe auch Seite 58) zu gebrauchen. Während der eine Arbeiter mit der Axt die letzte Arbeit verrichtet, drückt der andere mit seiner Axt oder Hand den Stamm in die Richtung, in der er fallen soll. Ist dies geschehen, so greift ersterer den Stamm mit seinen Armen und schleppt ihn in die gegenübergesetzte Richtung, in die er fallen soll. Der somit schräg stehende Stamm kommt, infolge des Kronengewichtes, auf diese Weise rasch zum Fallen und bleibt nicht an nebenstehenden Stämmen hängen.

Da die Frage der Motorisierung der Fällungsarbeit mit der des Ablängens eng verbunden ist, wird diese im nächsten Abschnitt für diese beiden Teilarbeiten zusammen besprochen.

2. Die Motorsäge.

Im Jahre 1924 wurde zum erstenmal von Seiten der Industrie ein reges Interesse für die Herstellung von Motorsägen gezeigt.[72]) Große Werbung wurde gemacht und man strengte sich an, die Mechanisierung des Sägebetriebes soweit wie möglich zu fördern. Es zeigte sich aber, daß die Motorsäge keinen richtigen Anklang bei den Unternehmern, vor allem bei der Forstwirtschaft, fand.

In der Zwischenzeit ist die Motorsäge in jeder Hinsicht verbessert worden, so daß mit geringen Ausnahmen sie vollkommen zuverlässig arbeitet. Es ist deshalb erstaunlich, daß auch heute noch, wo ein großer Mangel an Arbeitskräften besteht, die Motorsäge nicht in großem Umfang Verwendung findet. Ursache ist hierfür wohl an

erster Stelle 1. das physiologische Moment: die Abneigung der Forstwirtschaft gegen jede Mechanisierung im Wald; 2. das Fehlen einer eindeutigen Angabe über die Leistungen der Säge unter den verschiedenen durchschnittlichen Verhältnissen, die im Wald anzutreffen sind. 3. Ungünstige Arbeitsverhältnisse: keine Fürsorge ist getroffen worden, die Arbeit an zentralen Stellen zusammenzufassen (Lagerplätze).

Es soll hier kurz eine Uebersicht der Leistungsstudien mit Motorsägen gegeben werden. Die meisten Studien sind mit der Kettensäge gemacht worden, da diese in der Praxis auch am verbreitetsten Anwendung gefunden hat. Im allgemeinen besteht diese Säge aus einer Kette, an deren Außenseite Zähne befestigt sind. Diese endlose Kette läuft über eine sägeblattartige Führungsschiene und wird von einem Motor, der Starr oder beweglich hieran befestigt ist, getrieben. An der Maschine sind zwei Griffe befestigt, mit denen der Maschinenführer die Säge hält. Am anderen Ende der Führungsschiene ist ein dritter Griff befestigt, der von einem zweiten Arbeiter gehalten wird.

Beim Einsatz der Motorsäge strebt man in erster Linie danach, eine Verbilligung der Zurichtung des Faserholzes und dadurch eine Erweiterung der Grenze der Benutzung 1. hinsichtlich der unteren Durchmesserstärke und 2. hinsichtlich der Lage (Gebirgsgegenden, Entfernung vom Markt usw.) zu erreichen. Um sich ein klares Bild über den Einsatz der Motorsäge machen zu können, muß

1. die reine Schnittleistung,
2. die Tagesleistung,
3. die Wirtschaftlichkeit der Motorsäge

im Vergleich zur Handsäge einer Prüfung unterzogen werden. Diese muß für die Fällarbeit und das Ablängen getrennt durchgeführt werden.

a) Fällen.

1. Reine Schnittleistung.

Die Schnittleistung der Motorsäge ist in erster Linie bedingt durch die Umlaufsgeschwindigkeit des Schneidewerkzeuges, sowie die Form

und Zahl der Zähne. Je höher die Umlaufsgeschwindigkeit, um so größer ist die Schnittleistung. Wichtig ist ferner die Stärke des Schneidewerkzeuges. Auf Anlaß der A.T.F. wurden Vergleichsversuche mit verschiedenen Kettensägen, der Brun'schen Bandsäge und der Kreissäge durchgeführt.[73]) Es hat sich gezeigt, daß die Brunsche Bandsäge infolge ihrer geringen Blattstärke die größte Schnittgeschwindigkeit aufweist, obgleich ihr Motor am leichtesten ist.

Koroleff[73]) konnte feststellen, daß die reine Schnittleistung der Motorsäge beim Fällen zweieinhalb mal so hoch ist, wie mit der Handsäge (je Arbeitskraft). Der A.T.F. fand aber ([74], Seite 35), daß unter ungünstigen Verhältnissen, z. B. bei starken Wurzelansätzen (Fichte und Buche) und großen Stammdurchmessern, bei denen die Kette die Neigung hat, sich zu verlaufen, die Leistung unter Umständen geringer werden kann, wie mit der Handsäge.

2. Tagesleistung.

Die Tagesleistung der Motorsäge schließt die Schnittzeit sowie die Nebenzeiten ein. Beim Fällen tritt als Nebenzeit in erster Linie die Laufzeit auf. Diese ist infolge des hohen Gewichtes für die Motorsäge höher wie für die Handsäge. Bei dichtem Unterbewuchs, wo das Bewegen besonders schwer ist, wird die Motorsäge am meisten getroffen und werden die Laufzeiten für diese noch höher sein im Vergleich zur Handsäge. Das Gewicht der Motorsäge wirkt ferner sehr ermüdend auf die Arbeiter, wodurch eine weitere Nebenzeit die Ruhepausen erhöht werden. Das Gewicht wird als größter Nachteil der Motorsäge angesehen[75]) und Muß die Anforderung gestellt werden, daß für Gebirgsgegenden diese nicht über 38 bis 40 kg steigen darf.[59]) Es muß deshalb Ziel der Technik sein, die Motorsäge so leicht wie möglich zu bauen. In Rußland werden, einem Bericht zufolge,[50]) Motorsägen aus Leichtmetallen und hochwertigen Stahlsorten gebaut. Hierdurch wird das Gewicht auf 25 bis 27 kg heruntergedrückt, der Zeitverbrauch beim Tragen erniedrigt und die Ruhepausen eingeschränkt. Um das Bewegen zu erleichtern, haben einige Fabriken zweirädrige Fahrgestelle entwickelt. Auf diesen können die Motorsägen gesetzt und am Schienengriff fortgezogen werden.

Als weitere Nebenzeit gilt das Schärfen der Kette bzw. Sägezähne. Bei der Motor- sowie der Handsäge muß etwa alle zwei bis vier Tage ein Nachschärfen erfolgen. Auch diese Nebenzeit ist für die Motorsäge besonders hoch. Nach Angaben des A.T.F. [73], Seite 41) nimmt das Schärfen der Kette 1 bis 1½ Stunden in Anspruch.

Bei der Motorsäge entstehen außerdem noch einige Nebenzeiten, welche bei der Handsäge nicht auftreten: Tankeinfüllen, Inbetriebsetzen des Motors und Instandsetzung. Die beiden Erstgenannten erfordern 5 bis 10 Minuten Zeitaufwand. Wenn man bedenkt, daß etwa alle 1½ Stunden von neuem Betriebsstoff eingefüllt werden muß, so ist deutlich, daß diese Nebenzeiten keine geringe Rolle spielen.

Challenger [76]) berichtet, daß an Instandsetzung etwa 16 Stunden je Monat und Arbeitskraft zu rechnen ist. Steht nur eine Motorsäge im Betrieb, so muß alle Arbeit während dieser Zeit stocken. Wichtig ist, daß bei jeder Motorsäge wenigstens ein Sachverständiger anwesend ist, um die Instandsetzung vorzunehmen.

Dabei kommen wir zu einer anderen Schwierigkeit, welcher der Einsatz der Motorsäge mit sich bringt: die Veränderung der Arbeitsorganisation. Obwohl nur zwei Arbeiter zur Ausführung der Fällarbeit nötig sind, so erfordert die Motorsäge, soll diese voll ausgenützt werden, eine Rottenstärke von 5—6 Mann, die später sogar noch vergrößert werden kann. Eine hohe Leistung aber ist nur dann zu erreichen, wenn in der Holzhauerei möglichst kleine Rotten gebildet werden (möglichst 2 Mann). Die großen Rotten erfordern eine sehr genaue Auswahl und eine enge, willige und verständnisvolle Zusammenarbeit der Arbeiter. Ist diese nicht vorhanden, so kann eine erhöhte Tagesleistung, welche mit der Motorsäge beim Fällen erreicht worden ist, einer Gesamtaufarbeitungszeit (Zeit für Fällen, Entästen, Schälen usw.) gegenüberstehen, welche viel höher ist im Vergleich zur Arbeitszeit beim Fällen mit der Hand und mit einer 2-Mann-Rotte.

Folgerung.

Wie wir gesehen haben, ist beim Fällen mit der Motorsäge eine reine Schnittgeschwindigkeit zu erreichen, welche unter günstigen

Umständen etwa zweieinhalbmal so hoch ist, wie mit der Handsäge. Demgegenüber aber sind die Nebenzeiten, die bei der Motorsäge auftreten, bedeutend höher wie mit der Handsäge. Es muß nun geprüft werden, wie diese beiden Größen: Schnittzeit und Nebenzeit, beim Durchforsten sich zueinander verhalten. Je höher die reine Schnittzeit im Verhältnis zu den Nebenzeiten, um so größer ist die Möglichkeit, daß mit einer Mehrleistung der Motorsäge zu rechnen ist. Eine verhältnismäßig hohe Schnittzeit und geringe Nebenzeiten werden nur dann aufzuweisen sein, wenn je Hektar in großer Zahl starke Stämme zum Fällen gelangen. Bei der Durchforstung aber, wo die Stämme verhältnismäßig vereinzelt gefällt werden und diese nur von geringem Durchmesser sind, werden die Nebenzeiten verhältnismäßig hoch, die reinen Schnittzeiten verhältnismäßig niedrig sein.

Unter diesen Umständen ist nicht mit einer Tagesmehrleistung der Motorsäge zu rechnen und muß das Fällen mit der Handsäge vor sich gehen.

3. Wirtschaftlichkeit.

Die Motorsäge kann dann als wirtschaftlich angesehen werden, wenn durch sie

a) eine Kostenersparnis erreicht wird,

b) Arbeit geleistet wird, welche ohne diese nicht hätte ausgeführt werden können, z. B. infolge eines Arbeitermangels.

a) Hinsichtliche einer Kostenersparnis.

Die Tagesleistungen der Motorsäge sind im vorigen Abschnitt behandelt worden. Neben diesen müssen die Kosten betrachtet werden, soll ein Urteil über die Wirtschaftlichkeit der Motorsäge gegeben werden. Koroleff ([75], Seite 14) rechnet für kanadische Verhältnisse mit einem erhöhten Kostenaufwand von 40 % je Arbeitskraft bei der Motorsäge. Ihre Wirtschaftlichkeit wäre also dann gegeben, wenn durch sie eine erhöhte Leistung von 40 % im Vergleich zur Handsäge zu erreichen wäre.

Der A.T.F. rechnet mit RM. 1.58 Kosten je Betriebsstunde für die Motorsäge. Dieser Satz wird aufgebaut aus:

Abschreibung: 22 %,
Verzinsung: 4 %,
Instandsetzung: 13 %,
Betriebsstoffverbrauch: 51 %,
Sonstiges: 10 %.

Aus dem Obigen geht hervor, daß die Kosten der Motorsäge je Stunde dem Lohn von etwa 3 Arbeitern gleichzusetzen ist, d. h. daß die Motorsäge nur dann als wirtschaftlich anzusehen ist, wenn durch sie mindestens 3 Arbeiter erspart oder ein Mehrverdienst zu erreichen ist, der dem Lohn von 3 Arbeitern gleichkommt. Da, wie wir gesehen haben, mit einer erhöhten Leistung der Motorsäge gegenüber der Handsäge bei der Durchforstungsarbeit überhaupt nicht zu rechnen ist, so kann festgestellt werden, daß die Bedingungen für einen wirtschaftlichen Einsatz der Motorsäge unter diesen Umständen nicht gegeben sind.

b) Hinsichtlich der Erfüllung von Arbeit, welche ohne die Motorsäge nicht hätte durchgeführt werden können.

Da, wie festgestellt worden ist, mit der Motorsäge keine Tagesmehrleistung im Vergleich zur Handsäge zu erreichen ist, so kann durch sie auch keine Arbeit gespart werden und kann sie auch in dieser Hinsicht nicht beim Fällen in Durchforstungen als wirtschaftlich angesehen werden.

b) Ablängen.

1. Reine Schnittleistung.

Koroleff [75], Seite 10) fand je Arbeitskraft eine vierfache Mehrleistung der Motorsäge gegenüber der Handsäge.

Beim Vergleich der reinen Schnittleisutng der Motorsäge mit der Handsäge ergab sich, wie ein Versuch der A.T.F. zeigte [75], Seite 32), folgendes:

Tabelle 6.

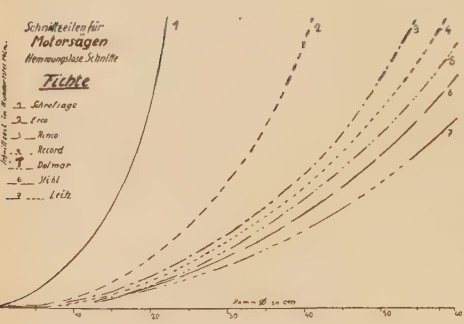
Mittlere Schnittzeiten der Motorsäge in Hundertstel Minuten für verschiedene Holzarten und Stammdurchmesser, sowie im Vergleich zur normalen Handsägearbeit.

	10 cm ∅				20 cm ∅				30 cm ∅			
	Bu	Ei	Fi	Ki	Bu	Ei	Fi	Ki	Bu	Ei	Fi	Ki
Handsäge	21	17,5	16	10	74	47	45	40	182	120	112	105
Erco	12	10	5	5	34	28	19	12	66	63	40	30
%	57	57	27	40	46	60	41	30	36	52	36	29
Rinco	8	9	4	5	26	24	12	10	60	53	28	23
%	40	51	22	40	36	51	28	25	33	44	25	22
Record	7	7	2	3	22	18	9	11	49	46	22	25
%	33	40	15	30	30	38	20	27	27	38	20	24
Dolmar	6	6	2	3	17	15	8	10	38	32	18	23
%	30	34	12	30	23	32	18	25	21	26	16	22
Stihl	5	4	2	3	15	11	6	10	35	26	16	21
%	24	23	12	30	21	23	13	15	19	21	14	20
Reitz	4	3	2	2	12	9	5	7	31	21	12	14
%	19	20	12	35	17	20	11	15	17	17	11	13

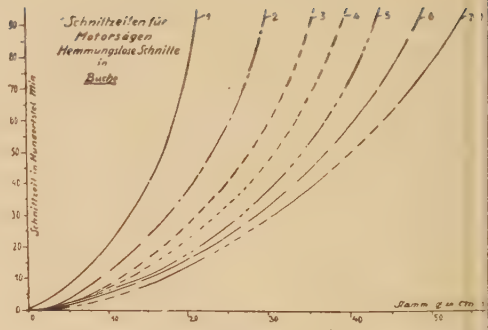
(Obere Zahlen: reine Schnittzeiten; untere Zahlen: % der Handsägezeiten.)

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sind die Schnittzeiten bei der Motorsäge viel niedriger wie bei der Handsäge. Für 10 cm starkes Buchen- und Fichtenholz z. B. waren die Schnittzeiten mit der Motorsäge 2 -5mal bzw. 4—8mal so niedrig als mit der Handsäge. Je stärker das Holz, um so deutlicher kam die Ueberlegenheit der Motorsäge zum Ausdruck. (Siehe auch Kurve 4 u. 5.)

Noch höhere Schnittzeiten wurden infolge der hohen Umlaufsgeschwindigkeit und geringer Blattstärke mit der Brun'schen Bandsäge erreicht. Bei dieser Säge war das Sägeblatt nicht in Form einer Kette, sondern eines Bandes angebracht. Mittels elektrischer Kraft waren mit dieser Säge sehr gute Erfolge zu buchen. Der Verbren-



Kurve 4 [73])



Kurve 5 [73])

nungsmotor bietet noch einige Schwierigkeiten, indem der Motor die Sicht des Sägeführers behinderte und dieser zu stark einseitig belastet wurde.

Auch die Kreissägen, von denen zwei — Erco und System Schwarz — geprüft wurden, ergaben höhere Schnittgeschwindigkeiten wie die Motorkettensägen. Gegenüber der Kettensäge konnte mit der Kreissäge, System Schwarz, eine 4fache, gegenüber der Handsäge eine 15fache Mehrleistung aufgewiesen werden.[80]) Die Kreissägen bieten ferner folgende Vorteile vor den Kettensägen:

1. Nur ein Mann ist zur Bedienung der Säge nötig,
2. der Schnittverlust ist geringer,
3. die Säge ist fahrbar und kann von einem Mann fortbewegt werden.

2. Tagesleistung.

Wie schon erwähnt wurde, ist das Verhältnis der reinen Schnittleistung der Motorsäge zur Handsäge beim Fällen zweieinhalb zu eins, beim Ablängen aber vier zu eins, d. h. daß die Ueberlegenheit der Motorsäge in Schnittgeschwindigkeit beim Ablängen größer ist wie beim Fällen. Es wurde auch schon gezeigt, daß das Verhältnis der reinen Schnittgeschwindigkeit zu den Nebenzeiten bei der Beurteilung der Tagesleistungen von großer Bedeutung ist.

Beim Ablängen liegen die Verhältnisse bedeutend günstiger als beim Fällen, schon deshalb, weil die Schnittgeschwindigkeit der

Motorsäge hier so viel höher ist. Aber auch das Verhältnis der Schnittzeit zu den Nebenzeiten liegt hier zugunsten der Motorsäge, und namentlich dort, wo das Holz schon zusammengerückt ist, also am Waldweg oder am Lagerplatz. Wird das Ablängen im Wald bei den zerstreut liegenden Stämmen durchgeführt, so liegen die Verhältnisse ähnlich wie beim Fällen: Hohe Laufzeiten und Ruhepausen gegenüber geringen Schnittzeiten und wird keine Mehrleistung der Motorsäge zu erreichen sein.

Ist das Holz aber vorher an einer zentralen Stelle zusammengerückt worden, so hat man es in der Hand, durch planvolle Organisationsmaßnahmen die Nebenzeiten zum großen Teil auszuschalten. Hier fallen die hohen Laufzeiten weg, auch der Nachteil des hohen Gewichtes kommt hier nicht so stark zum Ausdruck und kann für die Kreissägen, indem diese auf dem Boden ruhen, ganz ausgeschaltet werden. Hierdurch wird die Arbeit erleichtert und können die Ruhepausen eingeschränkt werden. Ferner sind, im Gegensatz zum Fällen, die Ketten beim Ablängen nur alle 2—3 Wochen zu schärfen.

Bei einem Versuch[77]) hat es sich dann auch gezeigt, daß die reine Schnittzeit bei der Motorsäge 39 %, bei der Handsäge 44 % der Gesamtzeit beanspruchte (siehe Tabelle 7) und konnte infolgedessen auch eine erhöhte Tagesleistung mit der Motorsäge erreicht werden. Der Versuch wurde von Pally in Ungarn mit einer Rinco-Motorsäge und verschiedenen Handsägen beim Ablängen von zusammengerücktem Holz am Lagerplatz durchgeführt. Die Stämme waren zwischen 12 und 24 cm stark und wurden in 2,2 m lange Grubenholzstempel zerlegt. Die Tabelle gibt die Ergebnisse dieses Versuches wieder.

Tabelle 7.

Beschreibung		Vorber.	Sägen	Verlustz.	Ges. zeit	Ges. zeit je Arbeitskraft
Handsägen Durchschnitt	Min. je fm	8,74	8,72	2,31	19,77	39,54
	Zeit in % d. Ges. zeit	45	44	11	100	
Motorsäge (4 Mann)	Min. je fm	4,72	1,71	0,88	7,41	29,64
	Zeit in % d. Ges. zeit	63,7	24,5	11,8	100	
Motorsäge (6 Mann)	Min. je fm	2,36	1,81	0,44	4,61	27,66
	Zeit in % d. Ges. zeit	51	39	10	100	

Aus der Tabelle ist deutlich die Ueberlegenheit der Motorsäge zu ersehen. Mit der Handsäge wurde ein Zeitaufwand von 39,54 Minuten je Festmeter je Arbeitskraft in Anspruch genommen, während bei der Motorsäge mit Viererarbeitsgruppen 29,64 Minuten, mit Sechserarbeitsgruppen nur 27,66 Minuten je Festmeter je Arbeitskraft gebraucht wurden.

Es sei noch bemerkt, daß die Motorkettensäge, die bei dem Versuch verwendet wurde, seit längerer Zeit im Gebrauch stand und einmal sogar wegen Zylinder- und Kolbenbruch instandgesetzt werden mußte. Ihre Schnittleistung war infolgedessen verhältnismäßig gering. Mit derselben Säge fand Strehlke z. B. eine Schnittleistung, die $1\frac{1}{2}$ mal so groß war.[91])

Wird eine moderne Motorsäge (insbesondere die Kreissäge) in Betrieb genommen und die Organisation richtig durchgeführt, wobei unter einer Arbeitszahl von 4 Mann je Gruppe nicht gegangen und vor allem auf ein reibungsloses Zubringen des Holzes geachtet wird, so kann mit einer mehrfachen Tagesleistung der Motorsäge gegenüber der Handsäge gerechnet werden. Dies haben Berichte aus der Praxis an Sägewerkhöfen, wo ähnliche Verhältnisse vorliegen, bestätigt ([73], S. 50).

3. Wirtschaftlichkeit.

a) Im Sinne einer Kostenersparnis.

Ueber die Wirtschaftlichkeit der Motorsäge beim Ablängen liegt nur wenig Beweismaterial vor. Stenzel[81]) berichtet, daß Studien, die 1931 durchgeführt worden sind, für starkes Fichtenholz eine Verteuerung von 12 %, für schwaches Langholz eine Verbilligung von 14 % mit der Motorsäge ergaben. Kloben wurden um 8 14 % billiger mit der Handsäge zugeschnitten. Leider war das Versuchsmaterial bei weitem nicht umfangreich genug, die Gültigkeit dieser Zahlen zu beweisen.

Für die Kreissäge, System Schwarz, rechnet der A.T.F. ([73], S. 77) mit einem Gesamtkostenaufwand (einschl. 4 Arbeiter) von RM. 3.35 je Betriebsstunde. Es wurden mittels dieser Säge 40—50 rm Brennholz täglich, d. h. 5–6 rm je Stunde zugeschnitten. Hiernach

kostet das Zerschneiden von 1 rm Brennholz rund RM. 0.60, ein Satz, der in den meisten Fällen erheblich unter den Kosten der Handsägearbeit liegt.

Wird, wie vorausgesetzt werden muß,[81]) die Motorsäge planmäßig in die Arbeit gelenkt, die Arbeiter richtig gewählt, gründlich ausgebildet, gerecht entlohnt und fest an Beruf und Betrieb gebunden, die Forstbeamten, in deren Bezirke Motorsägen in Betrieb genommen werden, in der Motorsägetechnik ausgebildet, und gelangt schließlich an Faser-, Gruben-, sowie Brennholz in konzentrierten Stellen ein so großer Anfall, daß eine volle Ausnützung der Motorsäge gesichert ist, so kann mit einem wirtschaftlichen Einsatz derselben beim Ablängen gerechnet werden.

b) Die Wirtschaftlichkeit der Motorsäge im Sinne einer Ersparung an Arbeitskräften.

Wie oben festgestellt werden konnte, ist mit einer erhöhten Tagesleistung, d. h. mit einer Ersparung an Arbeitskraft mit der Motorsäge nur beim Ablängen von zusammengerücktem Holz zu rechnen.

Bei den heutigen Verhältnissen, wo die Forstwirtschaft unter einem großen Mangel an Arbeitskräften zu leiden hat, ist dies von größter Wichtigkeit. Hier könnte unter Umständen ein Einsatz der Motorsäge gerechtfertigt sein, selbst wenn durch diese eine Verteuerung der Arbeit auftreten würde. Die freiwerdenden Arbeitskräfte könnten dann für waldbauliche und andere wichtige forstwirtschaftliche Arbeiten, sowie zur Verbesserung der Bringungsanlagen usw. eingesetzt werden. Bei Verheerungen, z. B. Sturm oder Insektenanfall, wo es heißt, das Holz so rasch wie möglich aufzuarbeiten, kann die Motorsäge, auch wenn mit ihr keine Kostenersparnis erzielt werden kann, doch als wirtschaftlich angesehen werden.

Wenn, wie dies beim Ablängen von zusammengerückten Stämmen der Fall ist, die Motorsäge, neben einer Einsparung an Arbeitskraft, auch noch eine Verbilligung der Arbeit mit sich bringt, so sind die Bedingungen für den Einsatz derselben ohne weiteres gegeben, auch in Zeiten eines normalen Arbeitsangebotes.

c) Zusammenfassung und Folgerungen.

1. Allgemeines.

Der Einsatz einer Motorsäge ist nur unter bedingten Umständen mit Vorteilen verbunden. Voraussetzung ist:

a) Technisch: eine gute, starke, aber leicht gebaute Maschine, ein möglichst dünnes Blatt und hohe Umlaufsgeschwindigkeit.

b) Organisatorisch:

1. Eine Arbeiterrotte je Maschine, bestehend aus mindestens 4 Mann, darunter wenigstens ein Sachverständiger. Zur Bedienung der Maschine selbst sind für die Kettensäge 2, für die Kreissäge 1 Mann erforderlich.
2. Eine Schnittzeit, die im Vergleich zu den Nebenzeiten so hoch wie möglich ist. Alle unnötigen Nebenzeiten müssen ausgeschaltet werden.
3. Ein vorhandener Holzanfall, der eine volle Ausnützung der Motorsäge durchs ganze Jahr ermöglicht.

2. Der Einsatz der Motorsäge in Bezug auf die Faserholzausformung.

a) Beim Fällen.

Beim Fällen in Durchforstungsbeständen sind die Nebenzeiten im Vergleich zu den reinen Schnittzeiten zu hoch, so daß weder mit einer Tagesmehrleistung noch mit einer Wirtschaftlichkeit der Motorsäge zu rechnen ist.

b) Beim Ablängen.

Hier kann die Motorsäge eine Tagesmehrleistung, sowie einen wirtschaftlichen Erfolg mit sich bringen, vorausgesetzt, daß

1. die Motorsäge eine hohe Schnittleistung aufweist (Kreissäge besonders geeignet),
2. die reine Schnittleistung im Vergleich zu den Nebenzeiten hoch ist. Dies wird erreicht:
   a) wenn die Rotten aus mindestens 4 Mann bestehen und gut organisiert sind;
   b) das Holz vor dem Einschneiden zusammengerückt worden ist, die Arbeit also möglichst zusammengefaßt wird.

3. Folgerung.

Um den Einsatz der Motorsäge beim Ablängen wirtschaftlich zu gestalten, muß großes Gewicht auf folgendes gelegt werden:

a) Das Rücken der langen Stämme.

b) Die Errichtung von zentralen Lagerplätzen im Wald, wohin das Holz gerückt und dort abgelängt werden kann.

c) Hohe und reibungslose Schnittleistung der Motorsäge.

d) Formung von mindestens 4 Mann großen Rotten und eine zweckmäßige Organisation derselben in die Arbeit.

2. Das Entästen.

Nachdem der Baum gefällt ist, wird mit dem Abhauen der Aeste begonnen. Dünnere Aeste, vor allem am Stammende, können bei der Schälarbeit in einem Gang mit dem Stoßeisen entfernt werden. Das Entästen geschieht am vorteilhaftesten vom starken Ende zum Zopf hin. Der Gipfel wird mit der Axt abgehauen, der Stamm gedreht und die untere Seite zum starken Ende des Stammes hin entästet. Wichtig für die nachfolgende Schälarbeit ist, daß die Aeste glatt am Stamm abgeschlagen und keine dürren Stümpfe und Unebenheiten hinterlassen werden.

Metz [61]) glaubt ein rascheres und sauberes Entästen erreichen zu können, wenn eine Astgabel gebraucht wird und bei der Arbeit das stärkere Ende des Stammes darauf ruht.

Beim Entästen wird vor allem auf eine hohe Treffsicherheit Wert gelegt, weniger auf große Wucht. Es müssen also diejenigen Eigenschaften, welche eine hohe Treffsicherheit ermöglichen, in der Axt erhalten sein. Ein niedriges Gewicht und ein kurzer Stiel sind erste Bedingungen hierfür. Gläser [68]) empfiehlt die Harzer Axt mit ihrem 67 cm langen Kuhfußstiel und 1100 Gramm schwerem Gewicht. Stenzel [85]) schlägt eine Länge von 70 cm vor, während Metz die Länge auf 40 cm beschränken will. (Harzer Axt, siehe Abb. 4.)

Die Form des Stieles und der Hang der Axt üben einen großen Einfluß auf die Treffsicherheit aus. Eine Form, bei welcher der Stiel nach vorne gekrümmt ist, d. h. die Axt einen Hang nach rück-

wärts aufweist, ist für das Entästen zu wählen. Stenzel empfiehlt einen eiförmigen Stielquerschnitt. Solch ein Stiel ist mehr elastisch und bequemer zu hantieren. Vorteilhaft ist ein doppelgekrümmter (Kuhfuß) Stiel, der das Federn ermöglicht und der natürlichen Haltung der beiden Hände angepaßt ist.

Am freien Ende soll der Stiel mit einer Verstärkung (Knauf) versehen sein.

Wichtig ist eine sichere und gute Verbindung von Stiel und Axt. Am besten bewährt sich der Sfix-Keil. Dieser hat an der Spitze drei Zähne. Beim Einhauen in den Stiel biegen die Zähne um, wodurch sichere Befestigung erreicht wird.

Abb. 4. Harzer Axt.

Zum Schärfen soll der Wetzstein, mit welchem auch das Schäleisen geschärft wird, benutzt werden.

Zusammenfassung.

1. Das Entästen wird mit der Axt ausgeübt. Am besten eignet sich hierfür die Harzer Axt, mit welcher eine hohe Treffsicherheit zu erreichen ist.
2. Dünnere Aeste können beim Schälen mit dem Schäleisen in einem Gang entfernt werden.
3. Zum Befestigen von Axt und Stiel sind die Sfix-Keile zu verwenden.
4. Sorgfältiges Entästen erleichtert die Schäl- und Weißschnitzarbeit.
5. Zum Schärfen wird der Wetzstein benutzt.

3. Das Entrinden.

Zur Zellstoff- und Papiererzeugung wird der Rohstoff Holz verarbeitet. Das Holz besteht in der Hauptsache aus Zellulose und Lignin. Da das Lignin ein unerwünschter Bestandteil des zu verarbeitenden Materials ist, so wird es, je nach der erwünschten Güte der fertigen Ware, in stärkerem oder schwächerem Maße entfernt. Außer dem Lignin würde die Rinde, wenn diese nicht vorher entfernt würde, eine Unreinheit verursachen, welche die Güte erheblich senken würde und die bei der Verarbeitung nur schwer zu entfernen möglich ist. Das Holz wird also vor der Verarbeitung *geschält*, d. h. die Rinde wird entfernt.

Bei der Entrindung bleibt mehr oder wenig viel Bast und Cambium zurück. Dieses verursacht, daß das Holz, wenn es einige Zeit liegen bleibt, allmählich eine bräunliche Farbe annimmt. Nur da, wo auch Bast und Cambium entfernt, also bis ins Holz des letzten Jahrringes eingeschnitten worden ist, verfärbt sich das Holz nicht und bleibt weiß.

Bei der Herstellung von Zeitungspapier und anderem minderwertigen Material genügt es, wenn nur die Rinde entfernt wird, wenn also das Holz geschält wird. Je höher die Ansprüche werden und je höher die erwünschte Güte des Erzeugnisses, um so freier soll das Holz von Bast und Cambium sein. Wird das Holz nicht nur von der Rinde, sondern auch vom Bast und Cambium befreit, so bezeichnet man diesen Vorgang als *Weißschnitzen*.

Nadelhölzer müssen, auch wenn das Holz nicht für die Herstellung von Zellstoff oder Papier benutzt wird, im Walde nach der Fällung geschält werden, d. h. wenn die Fällung im Frühling oder Sommer vor sich geht. Wird dies nicht getan, so fallen Borkenkäfer das Holz an, die, wenn sie ungehindert ihre Vernichtungsarbeit fortsetzen könnten, verheerend für die Forstwirtschaft wirken würden. Das Schälen im Walde bietet weiter den Vorteil, daß bei der Bringung das Holz leichter ist. Entrindetes Holz trocknet auch rascher aus, wodurch es noch mehr an Gewicht verliert. Der Verlust an Masse und Gewicht und namentlich ein Verlusst an Material, das doch wertlos ist, hat die Wirkung, daß das Holz billiger je Einheit be-

fördert werden kann. Ferner bietet geschältes Holz weniger Widerstand beim Schleifen auf dem Boden.

1. Waldschälen.

Bei der Entrindung von den im Wald zerstreut liegenden Stämmen treten folgende Teilarbeiten auf: Stamm aufsuchen, Schälen und Wenden. Geschieht das Schälen auf dem Bock, so ergeben sich folgende Teilarbeiten: Aufheben des Abschnittes (oder Stammes), Schälen und Ablegen. Dazu kommen noch die Verlustzeiten (Feilen, Rauchen usw.).

Die Zeiten für die Ausführung dieser Teilarbeiten sind von den folgenden Faktoren abhängig:

1. die Durchmesserstärke,
2. das Schälverfahren,
3. die Leistungsfähigkeit des Arbeiters,
4. Bestandesalter und Bonität (Holzgüte),
5. Witterung und Jahreszeit,
6. Oertlichkeit,
7. Geräte.

Es soll jetzt geprüft werden, wie diese Faktoren auf die verschiedenen Teilarbeiten ihren Einfluß geltend machen.

a) Die Durchmesserstärke.

1. Die Schälzeit.

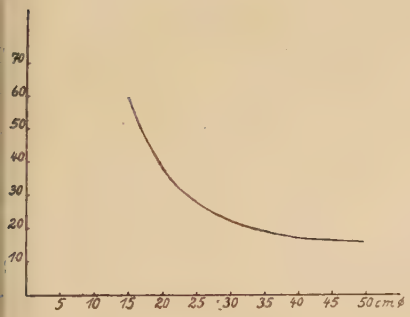
Die Schälzeit je Festmeter ist in erster Linie abhängig von der qm-Rindenoberfläche, die zu schälen ist. Da aber die Zahl der Abschnitte mit abnehmendem Durchmesser je Festmeter rasch zunimmt und wir von der Geometrie wissen, daß mit einer Zerkleinerung eines Körpers die Oberfläche sich rasch erhöht, so muß auch die Rindenoberfläche und damit die Schälzeit je Festmeter mit abnehmendem Durchmesser rasch steigen. Dies zeigt uns Kurve 6.

Daß aber außer der qm-Rindenoberfläche auch andere Faktoren ihren Einfluß auf die Schälzeit geltend machen, ersehen wir bei Betrachtung der qm-Schälzeit (Kurve 7). Wäre die Schälzeit dieselbe für jede qm-Oberfläche, so müsse die Kurve einen horizontalen Verlauf haben. Wir sehen aber, daß dies nicht der Fall ist: Die qm-Schälzeit sinkt langsam mit zunehmendem Durchmesser bis zu einem gewissen Optimum, um dann langsam wieder zu steigen. (Nicht aus der Kurve zu ersehen.)

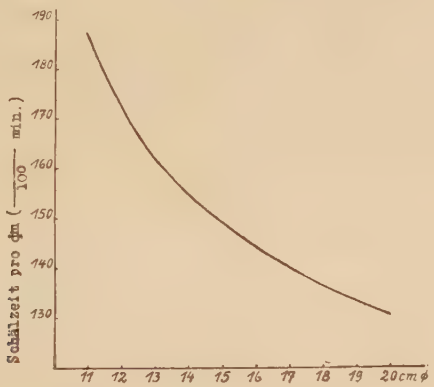
Die Faktoren, die für diese Erscheinung maßgebend sind, sind folgende: Das Schäleisen, Rindenstärke und Astigkeit.

Das Schäleisen.

Das Schäleisen, das im allgemeinen zum Entrinden gebraucht wird, hat eine Schneide mit einem Radius von ∞, d. h. die Schneide ist gerade. Die Breite der Rindenstreifen, die ein solches



Kurve 6[41])



Kurve 7[41])

Eisen mit einem Stoß schälen kann, ist verschieden, je nach dem Durchmesser des Stammes. Je geringer dieser ist, um so kleiner wird der Streifen sein und um so mangelhafter wird die Kraft des Arbeiters ausgenutzt. Untersuchungen, die von Hassenberger[11]) gemacht wurden, haben gezeigt, daß die Leistung des Arbeiters am besten

ausgenutzt wird, wenn mit einem Stroß ein Streifen von 8 cm Breite geschält wird. Diese Breite bekommt man mit einem geraden Eisen, wenn der Stamm einen Durchmesser von 25—30 cm aufweist. Bei schwachem Holz muß das Eisen also gekrümmt sein, um die Leistung beizubehalten. Theoretisch können diese Krümmungsradien abgeleitet werden und betragen:

Stamm-Durchmesser	10	15	20	28	30
Krümmungsradien cm	8	13	18	28	∞

Bei einem Durchmesser unter 25 cm sinkt also die Leistung, wenn mit einem geraden Eisen geschält wird. Daraus erklärt sich, warum bei gleichen Verhältnissen mit abnehmendem Durchmesser ein gerade konstruiertes Schäleisen bewirken wird, daß die qm-Schälzeit steigt.

Untersuchungen, die mit Buchenholz gemacht worden sind,[12] haben dies bestätigt. Mit dem geraden Ziehmesser nahm die Rindenbreite mit zunehmendem Durchmesser zu, bis ein Maximum von 65 mm bei einem Durchmesser von 26 bis 28 cm erreicht wurde. Mit zunehmender Rindenbreite war eine dementsprechende Leistungssteigerung wahrzunehmen.

Rindenstärke.

Je stärker die Rinde, um so höher ist die Kraft, die nötig ist, 1 qm Rinde zu schälen. Hassenberger[11]) fand die Rindenstärke eines 80jährigen Fichten- und Tannenbestandes in Bad Ischl wie folgt:

Fichte		Tanne	
Durchm. cm	Rindenstärke mm	Durchm. cm	Rindenstärke mm
8	2,8	8	2,5
15	3,0	15	3,0
20	3,5	20	4,0
25	4,3	25	4,6
30	5,0	30	5,3

Für Buche wurden folgende Zahlen gefunden:[42])

Buche

Durchm. cm	Rindenstärke mm
10—14 cm	3—4 mm
16—20 cm	4—6 mm
22—30 cm	7—10 mm

Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, steigt die Rindenstärke mit zunehmendem Durchmesser. Ferner zeigte es sich, daß bei gleichem Durchmesser und wechselndem Alter die Rindenstärke etwa die gleiche war, so daß nicht das Alter, sondern die Holzstärke von ausschlaggebender Bedeutung war.

Für die Kiefer konnte Wiedemann[43]) feststellen, daß eine Verdoppelung des Durchmessers eine Verdoppelung der Rindenstärke zur Folge hatte.

Mit zunehmendem Durchmesser wird die steigende Rindenstärke bewirken, daß die Leistung je qm sinkt. Demgegenüber aber wird bei Frost die dünnere Rinde der geringeren Durchmesserklassen rascher frieren, wodurch das Schälen erschwert und bewirkt wird, daß die Schälzeit je qm mit sinkendem Durchmesser steigt.

Astigkeit.

Schwache Abschnitte bestehen naturgemäß in größerem Umfang aus Baumgipfel als stärkere und, da diese mehr Äste aufweisen und diese hemmend auf die Schälleistung einwirken, so werden die Schälzeiten bei geringerem Durchmesser ungünstig durch diesen Faktor beeinflußt. Stärkere Abschnitte sind auch gewöhnlich gerader und besitzen eine glattere Oberfläche. Dies bewirkt eine höhere Leistung.

Mit zunehmendem Durchmesser bis zu etwa 30 bis 40 cm für Fichte und Tanne, bis 18 cm für Buche, üben Rindenbreite je Schälzug, Astigkeit, Zustand der Rinde und Form der Abschnitte einen größeren Einfluß auf die Schälzeit aus als die Rindenstärke, mit dem Erfolg, daß die qm-Schälzeit sinkt. Nach diesem Optimum

aber ist das Umgekehrte der Falle und steigt die Schälzeit mit zunehmendem Durchmesser.

2. Wendezeit.

Hassenberger fand für die Fichte [11]) die Wendezeit bei wechselndem Festgehalt wie folgt:

Tabelle 8.

Festgehalt fm	0,05 0,10	0,11 0,20	0,21 0,30	0,31 0,40	0,41 0,50	0,51 0,60	0,61 0,70	0,71 0,80	0,81 0,90	0,91 1,00	1,01 1,10	1,11 1,20	1,21 1,30	1,31 1,40	1,41 1,50	1,51 1,60	1,61 1,70	1,71 1,80
Min. je fm	7,50	4,46	3,63	3, 0	2,80	2,43	2,72	2,87	2,88	3,00	3,25	3,32	3,46	3,57	3,72	4,00	4,12	4,44

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sinkt die fm-Wendezeit mit zunehmendem Festgehalt bis zu 0,60, um danach zu steigen. Nach einem Festgehalt von 0,60 fm wirkt der Faktor Durchmesser, wie er sich im Gewicht ausdrückt, hemmend, mit dem Erfolg, daß die Wendezeit steigt. Für Buchenholz, das verhältnismäßig schwerer ist, wird dieser Punkt noch eher erreicht werden.

3. Das Heben und Setzen.

Nach Angaben von Markworth [11]) betragen die Zeiten für das Auflegen auf dem Schälbock und Ablegen (Setzen) in Min. je rm:

Durchmesser	14	15	16	17	18
Auflegen	8,33	7,41	7,02	6,60	6,36
Ablegen	10,35	9,17	8,64	8,09	7,75

Mit steigendem Durchmesser sinken die Zeiten, doch ist zu erwarten, daß bei höherem Durchmesser, infolge des Gewichtes, die Zeiten wieder zunehmen werden. Je länger die Abschnitte (je höher das Gewicht), um so eher wird dieser Punkt erreicht. Untersuchungen sollten gemacht werden, um festzustellen, wie die Länge der Abschnitte diese beiden Teilarbeiten beeinflussen. Für Stangenholz mit geringerem Durchmesser wird die Länge wohl kaum einen negativen Einfluß ausüben dürfen, doch wird bei stärkerem Holz dies der Fall sein. Für Buchenholz wird dieser Einfluß stärker sein.

4. Lauf- und Verlustzeiten.

Wenn das Schälen jedes Stammes sofort nach dem Fällen und Entästen geschieht, so werden die Zeiten für „Stamm aufsuchen" zu der Fällzeit gerechnet. Wenn aber erst mehrere Stämme gefällt und danach geschält werden, so treten Laufzeiten beim Schälen der verschiedenen Stämme oder Abschnitte auf. Diese Zeiten sinken je Festmeter bei steigendem Durchmesser. Ferner sind sie von dem Bestockungsgrad und der Intensität der Durchforstung abhängig.

Auch die Verlustzeiten, wie Rauchen, Trinken, Feilen usw. werden mit zunehmendem Durchmesser je fm sinken.

b) Das Schälverfahren.

1. Länge der Abschnitte.

Es gibt verschiedene Arten, wie das Holz geschält werden soll. So kann es im ganzen Stamm geschält werden, es kann aber auch erst zerlegt und dann geschält werden. Hassenberg [11]) fand, daß mit zunehmender Länge der Abschnitte die Schälzeiten stiegen. Platzer [15]) dagegen fand das Gegenteil. (Siehe Tabelle 9.)

Hassenberger vergleicht die Schälzeit für lange Stämme und kurze Abschnitte mit gleichen Mitteldurchmessern. Daß dabei die Schälzeiten je fm für kurze Abschnitte geringer sein werden, wird klar, wenn man folgendes überlegt: Ein langer Stamm mit einem gewissen Durchmesser weist an der Spitze einen geringeren, am starken Ende einen höheren Durchmesser auf. Bei kurzen Abschnitten aber ist der Unterschied in Durchmesser an der Spitze und an dem stärkeren Ende im Vergleich zum Mittendurchmesser geringer wie bei langen Stämmen. Da mit abnehmendem Durchmesser die Schälzeit je fm anfangs langsam, später aber stärker steigt (siehe Kurve 6), so ist zu erwarten, daß die Schälzeit für die kurzen Abschnitte geringer sein wird wie für lange Stämme.

Ein solcher Vergleich ist aber grundsätzlich falsch und kann zu ganz fehlerhaften Folgerungen führen. Eine einfache, aber richtige Weise, die Entrindungszeiten zu vergleichen, wäre, daß man einen

Stamm vor dem Zerlegen schält und die Zeiten vergleicht mit denen, die gewonnen wurden beim Schälen von Abschnitten, die von einem Stamm, der dieselbe Durchmesserstärke und Länge (also auch dieselbe Oberfläche hatte), geschnitten wurden.

Die Angaben von Platzer beruhen auf diesem Vorgang, doch gewann er seine Zahlen durch einen Umweg, da er sie zur Feststellung von Tarifen sammelte.

Tabelle 9.

Entrinden kurz gegenüber Entrinden lang.[45])

Bezeichnung	Zopfstärke in cm	Stückzahl je rm	Kurz entr. Min. je rm	Lang entr. Min. je rm	Untersch. Min. je rm
Faserholz A	über 13 cm	40	56	52	4
Faserholz B	9—13 cm	75	85	71	14
Faserholz C	6—9 cm	134	135	87	48

Die Entrindungszeiten wurden berechnet von dem Zeitpunkt, wo der Waldarbeiter die Stange bzw. Abschnitt ergriff, um sie auf den Schälboch zu legen, bis zu der Zeit, daß die Stange bzw. Abschnitt abgeworfen wurde. Aus der Tabelle ist deutlich zu ersehen, daß das Entrinden der langen Stämme einen Vorteil bietet gegenüber dem Schälen nach dem Zerlegen. Das ist besonders stark der Fall, je schwächer das Holz. Dies erklärt sich daraus, daß im Vergleich zu langen Stämmen, das Auflegen, Wenden, Abwerfen und in geringerem Maße das Ansetzen des Schäleisens sich bei kurzen Abschnitten um so viele Male vermehrt, wie die Zahl der Abschnitte, die aus dem langen Stamm geschnitten worden sind. Vor allem bei schwachem Holz mit geringem Festgehalt (kurze Abschnitte) ist die Wendezeit, wie wir aus Tabelle 8 gesehen haben, besonders hoch, daher auch die gesamte Entrindungszeit. Dies ist sehr wichtig, wenn wir bedenken, daß in immer größerem Umfang gerade das schwache Holz zu Faserholz verwendet wird. Wenn irgend möglich, soll das Schälen vor dem Zerlegen stattfinden.

2. Schälen von 1,20 m-Abschnitten.

Ausgehend von der Tatsache, daß ein Arbeiter bei einem Schälzug durchschnittlich einen 60 bis 75 cm langen Streifen schält, wurde eine Untersuchung[12]) mit Buchenholzabschnitten gemacht, wobei statt der üblichen 1 m-Abschnitte das Holz in 1,20 m-Längen ausgehalten und entrindet wurde. Bei geringem Durchmesser ergab sich eine Ersparnis von etwa 4 %, bei höherem Durchmesser jedoch das Gegenteil. Das Holz wurde den Arbeitern zu schwer zum Hantieren. Für Nadelhölzer, die auch zum Teil in 1 m-Abschnitte ausgehalten werden, würde das Gewicht eine geringere Rolle spielen und wäre noch zu untersuchen, ob es zweckmäßig ist, die Abschnitte in 1,20 m-Stücke einzuschneiden. Da die Ersparnis so gering ist und nur bei den niedrigen Durchmesserklassen auftritt und ferner Schwierigkeiten bei der Aushaltung auftreten würden, so ist dies, jedenfalls was Buchenholz anbelangt, nicht zu empfehlen.

3. Schälen mit und ohne Bock, Halbschälung gegenüber Viertelschälung.

Untersuchungen, die von Hampe[16]) gemacht wurden, haben bewiesen, daß das Schälen mit dem Bock, sowie das Viertelschälen eine Zeitersparnis gegenüber dem Schälen ohne Bock bzw. Halbschälung aufweist. Beim Viertelschälen wurde ein Viertel des Stammes vom Fuß zur Spitze geschält, dann $^1/_4$ von der Spitze zum Fuß. Die Stange wurde gedreht und die andere Hälfte auf dieselbe Art geschält.

Tabelle 10 gibt die gefundenen Zahlen wieder.

Verschiedene Arbeitsverfahren beim Entrinden von Stangen.

Tabelle 10.

Verfahren	Untersuchte Stangenzahl	Mittl. Durchm. cm	Ges. Rinden-fläche qm	Entrind.-Zeit je qm, Min.
$^1/_2$ Schälen ohne Bock	39	73	82,3	2,97
$^1/_2$ Schälen mit Bock	10	9,4	29,8	2,32
$^1/_4$ Schälen ohne Bock	11	7,6	24,6	2,29
$^1/_4$ Schälen mit Bock	10	10,1	58,2	1,34

Der stärkere mittlere Durchmesser bei dem Viertelschälen hatte sicher hier einen Einfluß, doch erwies sich bei Formung von Kurven, das bei ihrem ganzen Verlauf die Zeiten des Halbschälens über denen des Viertelschälens lagen.

Weitere Studien haben dieses Ergebnis bestätigt. Dabei fand Hampe [17]) die Zeiten für das Halbschälen 16 19 % höher als für das Viertelschälen, bei Nichtverwendung des Bockes 3 –5 % höher als mit diesem. Auch Stolze [18]) kam zu demselben Ergebnis.

Die Verwendung des Bockes hat den Vorteil, daß

1. daß das Eisen keine Gefahr läuft, gegen Steine zu stoßen und rasch stumpf zu werden,
2. der Arbeiter also weniger vorsichtig zu arbeiten braucht und größere Kraft einsetzen kann,
3. das tiefe Bücken vermieden wird, die Arbeit also nicht so ermüdend wirkt.

Stolze fand die Zeiten des Schälens mit dem Bock von 0,65 bis 0,95 Min. je qm niedriger wie ohne Bock. Beim Viertelschälen war gegenüber dem Halbschälen eine Zeitersparnis von 0,98 Min. je qm zu verzeichnen. Beim Halbschälen treten zwei Leerläufe auf, beim Viertelschälen ist dies nicht der Fall, doch muß der Arbeiter dafür zweimal gegen den Ast schälen, was die Arbeit erschwert.. Der große Zeitunterschied muß, nach Stolze, darin zu suchen sein, „daß bei der Halbschälung zunächst 2—3 Schälstöße unter gleichzeitiger Verlegung des Körpergewichtes auf den vortretenden linken Fuß ausgeführt werden, welche die Rinde etwa in 1,5 m Länge auf einem Viertel der dem Körper abgewandten Seite der Stangenoberfläche entfernen. Sodann tritt der Arbeiter unter halber Drehung nach rechts einen Schritt zurück und holt dann das entsprechende, noch an der Hälfte der Stammoberfläche fehlende Viertel, auf der dem Körper zugekehrten Seite nach. Darauf tritt er wieder vor und schält auf dieser Seite eine Stoßlänge vor, um dann unter Rückwärtstreten das auf der dem Körper abgewandten Seite liegende Viertel nachzuholen". Dieses Nachholen verursacht den hohen Zeitunterschied.

4. Spaltung und Schälleistung.

Buchenholz muß nach dem Fällen so schnell wie möglich gespalten werden, damit das Holz rascher austrocknet und sich leichter hantieren läßt. Bis zu einem Durchmesser von 24 cm wirkt das Spalten hinderlich auf die Schälleistung ein. Bei einem höheren Durchmesser hat es sich gezeigt,[42]) daß das Gewicht die Arbeit erschwert und die Schälleistung sinkt. Schwaches (unter 26 cm Durchmesser) Holz wird erst geschält und dann gespalten; Holz von 26–30 cm muß einmalig, sehr starkes Holz (über 30 cm) kreuzweise (zweimalig) gespalten und dann geschält werden.

5. Rottenstärke.

Bei einer Studie, welche in Finnland bei der Ausformung von Papierholz gemacht ist,[91]) wurden folgende Ergebnisse gefunden: (Zahlen geben die relativen Arbeitsleistungen je Arbeiter u. Tag an)

Rotte von 1 Mann:	100	
Rotte von 2 Mann:	89	(Mai bis Okt.)
Rotte von 2 Mann:	91	(Nov. bis April)
Rotte von 3 Mann:	65	
Rotte von 4 Mann:	78	
Rotte von 5 Mann:	46	
Rotte von 6 Mann:	60.	

Nach diesen Zahlen zu urteilen, ist mit einem Mann die höchste Leistung zu erreichen. Das Einzelarbeiten im Wald hat aber die großen Nachteile, daß die Arbeit sehr langweilig wird und bei Unfall keine Hilfe zur Stelle ist. Auf die theoretischen Vor- und Nachteile der kleinen und großen Partien soll hier nicht weiter eingegangen werden, aber es kann als Tatsache angesehen werden, daß für die Ebene mit der 2-Mann-Rotte, für Gebirgsgegenden mit der 3-Mann-Rotte höchste Leistungen zu erzielen sind.

6. Schälen vor und nach dem Rücken.

Beim Schälen im Wald stehen zwei Möglichkeiten offen: a) Jeder Baum wird gefällt und sofort nach dem Fällen entästet und geschält.

b) es werden erst eine Reihe von Bäumen gefällt und danach entästet und geschält. Das erste Verfahren hat den Nachteil, daß für jeden Baum dreimal mit den Werkzeugen gewechselt werden muß, die Arbeit infolgedessen nicht reibungslos vor sich gehen kann und jedesmal unnötige Verlustzeiten auftreten. Beim zweiten Verfahren brauchen zwar nicht für jeden Baum die Geräte dreimal gewechselt zu werden, doch entstehen hier hohe Verlustzeiten, indem die Laufzeiten verdoppelt werden. Diese Laufzeiten sind um so höher, je größer die Entfernung von Stamm zu Stamm und ihr Anteil an der Gesamtzeit der Ausformungsarbeit je fm ist um so größer, je geringer die Durchmesserstärke der Stämme.

Diesen zwei Verfahren steht nun ein drittes gegenüber, bei welchem jeder Stamm gefällt und sofort entästet wird. Nachdem diese Arbeit für den ganzen Bestand ausgeführt worden ist, wird das Holz lang gerückt und am Lagerplatz geschält und dort auch, wie im vorigen Kapitel besprochen wurde, abgelängt.

Dieses Verfahren hat folgende Vorteile:

1. Das Fällen wie das Entästen kann jedes für sich reibungslos ausgeführt werden; es entstehen keine unnötigen Leerläufe und Pausen.
2. Das Schälen kann am Lagerplatz auf festen Böcken verrichtet werden. Hierdurch entstehen erhöhte Leistungen, indem die Stämme mit beiden Enden hoch liegen, die Arbeit leicht verrichtet und nicht so ermüdend wirkt.
3. Wenn größere Schläge vorgenommen werden, so ist es oft nicht möglich, das Holz sofort zu rücken. Wenn das Holz geschält wird, so ist, besonders in der Saftzeit, nach 2–3 Tagen der ganze Stamm mit Harz überzogen und die Arbeit sehr unangenehm durchzuführen. Das Rücken der berindeten Stämme läßt diesen Nachteil fortfallen.
4. Wird das Schälen am Lagerplatz durchgeführt, so entsteht die Möglichkeit, hier ein maschinelles Schälgerät mit Erfolg einzusetzen. Dies kann, wie die Motorsäge beim Ablängen, keine wirtschaftliche Arbeit verrichten, wenn das Schälen an den im Wald zerstreut liegenden Stämmen vor sich gehen soll. Am Lagerplatz

aber, wo die Arbeit zusammengefaßt und die Maschine voll ausgenützt werden kann, entsteht für diese ein Arbeitsfeld. Ziel und Streben der Technik soll es sein, eine einfache Schälmaschine zu entwickeln, welche bei hoher Leistung und geringem Holzverlust die Arbeit schneller, billiger und besser wie die Handsäge verrichten kann. Zu denken wäre hier an eine Maschine, die mit Kompressorluft arbeitet oder eine, wie die Schälmaschine System Stöwe, welche mit Verbrennungsmotor versehen war und bei einer Prüfung durch den A.T.F. gute Leistungen, vor allem beim Weißschnitzen aufwies. ([73], Seite 96.)

Cuno[80]) berichtet von einer Schälmaschine, welche in U.S.A. hergestellt wurde. Bei dieser Maschine sind eine Reihe Hämmer an einem Zylinder befestigt. Dieser Zylinder wird gedreht, und zwar in gegenübergesetzter Richtung, wie der Holzabschnitt. Dabei schlagen die Hämmer die Rinde ab. Die Leistung war etwa zweimal die der Handschälarbeit, doch war eine Verbesserung der Technik der Maschine und eine planvolle Organisation nötig, um auch eine Kostenersparnis zu erreichen.

Die Nachteile dieses Verfahrens sind folgende:

1. beim Rücken muß die Rinde mitgeschleppt werden;
2. das Holz trocknet im Wald langsamer aus und ist schwerer im Gewicht;
3. wird das Holz im Frühjahr oder Sommer nicht sofort geschält, so entsteht die Gefahr, daß Borkenkäfer das Holz anfallen. Das Rücken und Schälen müßte infolgedessen sofort nach dem Fällen geschehen;
4. wird das Holz geschleift (mit Pferden usw.), so dringen Sand und Steine in die Rinde und wird das Schäleisen rasch stumpf und die Schälleistung dadurch herabgesetzt;
5. wird beim Rücken die Schwerkraft des Stammes zum Bewegen benutzt (z. B. bei Schnee) oder werden die Stämme mittels Tierkraft geschleift, so ist die Reibung höher, wenn das Holz mit der Rinde gerückt wird und wirkt dies leistungshemmend.

c) Leistungsfähigkeit des Arbeiters.

Die Leistungsfähigkeit des einzelnen Arbeiters ist abhängig von seiner Kraft, Geschicklichkeit und seinem Willen, diese wieder von Volksstamm und Person. Ferner schwankt sie je nach der Witterung. Hassenberger [11]) fand, daß hohe Temperaturen (24° C im Schatten) die Leistung um 10 % sinken ließ. Bei 10° C wurde die höchste Leistung erreicht, während bei 0° C und Schneefall die Leistungen um 8 %, bei starkem, kalten Regen um 20 % sanken. Zwischen 1 und 2 Uhr nachmittags wurde eine Höchstleistung erreicht.

Auch wechselt die Leistung nach verschiedenen Arbeiten sehr stark. Hassenberger fand die Leistung eines Arbeiters beim Weißschnitzen beinahe zweimal so hoch, wie die eines anderen. Auch Klump fand große Unterschiede in der Leistung der Arbeiter.[12])

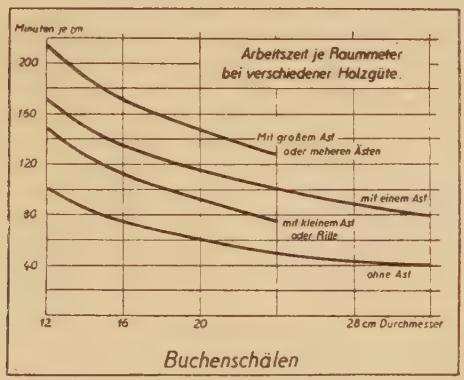
d) Bestandesalter und Bonität (Holzart).

Hassenberger [13]) vergleicht Bestände gleichen Alters von Bonität I bis V, um aus Schälstudien, die er bei diesen Beständen ausführt, den Einfluß der Bonität zu ermessen. Die Schälzeit je fm für Bonität I findet er zweimal so niedrig, wie für Bonität V. Hassenberger will diese Erscheinung auf die Bonität zurückführen, doch schaltet er den Einfluß des Durchmessers auf die Schälzeit nicht aus, indem er die Schälzeiten je fm vergleicht bei Holz, das von Bonität I bis V im Durchmesser von 42,2 bis 24,1 cm sinkt. Es wäre viel zweckmäßiger, wolle man den Einfluß der Bonität auf die Schälzeit berechnen, dies nicht bei gleichaltrigen, sondern bei Beständen gleicher durchschnittlicher Durchmesser zu tun. Wolle man den Einfluß der Bonität bei gleichaltrigen Beständen feststellen, so müsse man die Schälzeiten pro fm durch Kurven nach Durchmesserklassen aufstellen. Nur so kann man den Einfluß der Bonität, so wie er sich durch Rindenstärke, Astigkeit usw. anzeigt, feststellen.

Klump [14]) schreibt die verschiedenen Schälzeiten, die er bei seinen Untersuchungen erhielt, zum Teil der Wirkung der Bonität (Astigkeit und Borkigkeit) zu. Für seinen Versuch benutzt er aber Arbeiter sehr verschiedener Leistungsfähigkeit. Dabei basiert er seine Folge-

rungen auf Durchschnittszahlen verschiedener Durchmesserklassen, wobei der verschieden große Einfluß der ungleich vertretenen Durchmesserklassen nicht ausgeschaltet wird. Auch hier wäre ein Vergleich nur mit denselben Arbeitern und nur durch ein Kurvenbild möglich.

Ein Versuch [12]) mit Buchenholz zeigt den Einfluß der Aeste und Rillen auf die Schälleistung. Das Holz wurde in Güteklassen geteilt, und zwar ohne Ast, mit kleinem Ast oder Rille, mit einem großen Ast oder mehreren kleinen Aesten. Aus dem Kurvenbild (Kurve 8)



Kurve 8 [42])

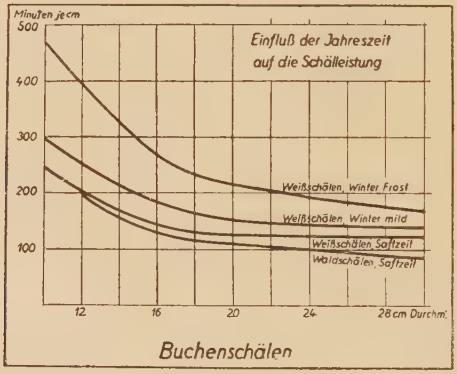
ist zu ersehen, daß große Aeste oder mehrere kleine Aeste eine Erhöhung der Schälzeit von 120 bis 150 % verursachen. Sehr schwaches, astiges und krummes Holz sollte ausgeschieden und als Brennholz verwendet werden. Solch eine Aussortierung, wo die Klasse 4 ausgeschieden wird, auch einige Hölzer der Klasse 3, ergibt eine Mehrleistung von 10 bis 30 %.

e) Einfluß der Witterung und Jahreszeit.

Die Witterung übt, so wie sie sich auf den Zustand der Rinde und die Leistungsfähigkeit des Arbeiters auswirkt, einen großen Einfluß auf die Schälleistung aus. Besonders stark ist dieser Einfluß bei Frost. Hassenberger [41]) fand, daß gefrorenes Fichten- und Tan-

nenholz um etwa 10 % mehr an Zeit zum Schälen erfordert, als Holz, das in der saftlosen Zeit geschält wurde. Wenig Unterschied beim Schälen war zwischen dem saftlosen und halbsaftlosen Zustand festzustellen. Beim saftlosen Zustand blieb aber mehr Bast am Holz zurück. Fuchs [50]) fand eine Mehrleistung von über 60 % in der Saftzeit gegenüber Winterschälen.

Platzer [51]) hat die Erfahrung gemacht, daß Holz sich besonders gut schälen ließ, wenn, nachdem es zum Frieren kam und das Tauwetter wieder eingesetzt hatte, das Holz im Innern noch gefroren war. Holz, das im Frühjahr gefällt wird, muß sofort geschält werden, um hohe Leistungen zu sichern. Bei Holz, das im Sommer gefällt worden ist und lange liegen bleibt, trocknet die Rinde an dem Holz und erschwert die Schälarbeit.



Kurve 9 [42])

Untersuchungen,[12]) die mit Buchenholz gemacht wurden, lassen ersehen, wie die Witterung die Leistung beeinflußt. Wie das Kurvenbild (Kurve 9) zeigt, tritt bei Frost die Zunahme der Schälleistung bei Abnehmen des Durchmessers besonders stark hervor. Die dünne Rinde der schwachen Durchmesserklassen friert rascher durch, wodurch das Schälen erschwert wird.

Die Schälzeiten bei Frost sind viel höher, weil erstens die Rinde

fest am Holz gefroren ist, der Arbeiter also mehr Kraft gebraucht, dieselbe zu entfernen und zweitens, weil sich eine dünne Eisschicht zwischen Holz und Rinde bildet, wodurch das Eisen oft weggleitet. Bei mildem Wetter tritt dies nicht auf.

In der Saftzeit blättert die Buchenrinde sehr leicht ab. Das kommt daher, weil die neugebildeten Zellen sehr leicht zerreißen, während die Zellen des Winterkambiums, die dicker sind, die Rinde stärker festhalten.

Holz, welches im Winter geschlagen war, ließ sich am leichtesten schälen, wenn es in der Saftzeit, also etwa im Mai, geschält wurde.

Tabelle 11 zeigt die Leistungen, die bei verschiedener Witterung erreicht wurden.

Tabelle 11.[42])

Beschreibung	Durchmesser cm	Schäldauer je qm	je rm
Im Winter geschlagen Im Winter geschält	22—26 cm	11,67 Min.	136,2 Min.
Im Winter geschlagen In Saftzeit geschält	22—26 cm	8,34 Min.	87,5 Min.

Ersparnis je rm: *38,7 Minuten.*

Gegenüber der Saftzeit ließ sich das Holz um 90 % schwerer, bei Frost um 30 % schwerer als in mildem Winterwetter schälen. Hier spielt allerdings nicht nur die Rindenbeschaffenheit, sondern auch das Leichterwerden beim Austrocknen, welches eine leichtere Bearbeitung ermöglicht, sowie eine erhöhte Leistung der Arbeiter unter angenehmen klimatischen Verhältnissen eine Rolle, um den Unterschied zu erhöhen.

f) Einfluß der Oertlichkeit.

Hampe[52]) fand, daß steile Hänge die Schälarbeit nachteilig beeinflussen und die Leistung bis zu 25 % niedriger war, als bei gleicher Arbeit in der Ebene. Inwieweit dieser Unterschied von der Topographie abhängig ist und inwieweit andere Faktoren hier ihren Einfluß ausgeübt haben, ist nicht bekannt.

g) Geräte.

Für Nadelholz.

1. Schäleisen.

Das Schälen kann auf drei verschiedene Arten durchgeführt werden: Durch Stoßen, Ziehen und durch das kombinierte Verfahren Ziehen und Stoßen. Für jede dieser Arten ist ein anderes Schäleisen erforderlich.

1a) Das Stoßeisen.

Das Stoßeisen besteht aus einem langen Stiel, an dessen Ende ein Eisen befestigt ist. Die Rinde wird geschält, indem das Eisen mittels des Stiels in die Rinde gestoßen und fortbewegt wird. Es gibt verschiedene Formen und Größen des Eisens. Nach Erfahrungen von Hasselberger[11]) soll die Schneide des Eisens zwischen 14 und 18 cm breit sein. Reißig[51]) unterscheidet zwischen einem Eisen für Fichte und einem für Kiefer. Die Kiefernrinde ist borkig und rissig, die Fichtenrinde mehr geschmeidig und glatt. Für das Schälen der Kiefernrinde muß daher das Eisen mehr eine lossprengende Wirkung ausüben im Gegensatz zum Fichtenschäleisen, das unter die Rinde eindringt, von dieser festgehalten wird und beim Vorschieben die Rinde in langen Streifen abschält. Das Eisen muß die Rinde dabei an beiden Seiten durchschneiden, muß also breit oder aufgekantet sein. Bei der Kiefer aber sind für das Lossprengen kleinere, oft wiederholte Stöße nötig und darf das Eisen nicht zu breit sein, da der Widerstand sonst zu hoch ist.

Um einen Schwung zu bekommen, soll das Gewicht bei der Kiefer höher sein. Dies erfolgt, indem das Eisen keilförmig nach hinten verläuft, wodurch zur gleichen Zeit die Sprengwirkung gefördert wird. Nach Gläser[55]) soll das Schäleisen für Fichte und Kiefer einen balligen Querschnitt haben.

Nach Erfahrungen von Hassenberger[11]) soll das Blatt an der dem Stamm abgekehrten Seite stark, an der anderen Seite nur schwach geschärft sein. Gläser[56]) dagegen fand, daß ein Blatt, das nur an der oberen Seite geschärft ist, sich am besten bewährt. Die Stoß-

kante soll ferner leicht ausgebuchtet sein, wodurch ein sicheres Gleiten gewährleistet ist. Hassenberger[41]) dagegen schlägt, wie wir ausführlich auf Seite 60 besprochen haben, ein eingebuchtetes Eisen vor. Hierdurch wird es möglich, breitere Rindenstreifen zu schälen. Zwar wird das Eisen, wenn es zu sehr gekrümmt ist, leicht an den Astquirlen festgehalten, doch scheint die Form, wie Gläser sie vorschlägt, nicht gerechtfertigt. Auch scheint der angebliche Vorteil eines balligen Querschnittes des Eisens aus demselben Grund recht zweifelhaft.

Die Schneide kann gerade oder schräg verlaufen. Nach Reißig[31]) bietet letzteres keinen Vorteil. Der Stiel soll aus Holz, etwa 90 bis 120 cm lang sein. Für Kiefer muß, nach Reißig,[31]) der Stiel kürzer sein, da hier kein langes Vorschieben, sondern oftmaliges, kürzeres Stoßen nötig ist. Durch den kürzeren Stiel wird die Führung sicherer.

Nach Hassenberger[41]) soll der Stiel einen Winkel bilden mit dem Blatt, der ebenso groß ist wie der Winkel des Blattes zu den Holzfasern des Stammes. Als Griff wird ein Knopf oder Querholz empfohlen.

Aus dem Obengeschilderten sehen wir, daß es sehr verschiedene Formen des Schäleisens gibt und daß die Meinungen über die Vor- und Nachteile derselben sehr auseinandergehen.

In Deutschland findet am verbreitetsten das Dauner-Universal-Stoßeisen Anwendung. Dieses Gerät hat ein dreischneidiges Eisen, wovon jedes 13 cm lang ist. Die Schneide am Ende ist an der oberen Seite stark, an der unteren weniger geschliffen. Die beiden Seitenschneiden sind oben und unten gleich stark geschliffen, wobei ein langsames Zunehmen der Dicke zur Mitte des Blattes zu bemerken ist. Ein Querschnitt durch die Mitte des Blattes zeigt ein leichtes Dickerwerden zur Mitte hin. Der Längsschnitt weist eine geringe Erhöhung der Stärke des Blattes nach hinten auf, verläuft also schwach keilförmig. Die Schneide an der Spitze ist um 1,5 cm verschrägt. Das Eisen wird auch in zwei- oder einschneidiger Form geliefert. (Siehe Abb. 5.)

Von allen Formen eignet sich dieses Gerät am besten zum Schälen und Entästen in einem Gang.

1b) Das Zugeisen.

Beim Zugeisen wird die Rinde durch Anziehen des Eisens entfernt. Die meisten Zugeisen haben einen sehr kurzen Stiel. In Deutschland und vor allem in der Pfalz wird das sogenannte Pfälzer Zugeisen oder „verbesserte Krätzchen" verwendet. Dies Gerät würde

Abb. 5. Dauner Universal-Schäleisen.

von Münch[57]) 1913 erfunden und sollte als Universalgerät für Schälen, Ausjäten von Unkraut, Wandverputz usw. dienen. Nachdem es in den vergangenen Jahren nur wenig gebraucht wurde, findet das Gerät heute wieder größere Anwendung in der Pfalz. Es ist aus 5 mm starkem Stanzeisen angefertigt und hat eine 9 cm breite Schneide. Oberhalb der Schneide ist ein Bügel angebracht, an dem der 35 cm lange Stiel befestigt ist. Der untere Teil des Bügels ist scharf, wodurch auch ein seitliches Abtrennen der Rinde möglich ist. Das Eisen wiegt etwa 1 kg.

In Finnland wurde ein Zugeisen hergestellt, bei dem das Eisen am Ende des langen Stieles durch eine Feder vom zu tiefen Eindringen in das Holz verhindert wird. Je nach der Borkendicke kann das Blatt gewendet werden, indem die Feder stramm oder schlaff angelegt wird. Der Kraftverbrauch ist daher nicht groß und bekommt man beim Waldschälen keinen, beim Weißschnitzen nur einen sehr geringen Holzverlust. Das Gerät wurde bei einem Wettbewerb preisgekrönt.[58])

1 c) Das Stoß- und Zugeisen.

In Finnland scheinen, zu urteilen nach dem obengenannten Wettbewerb, Schäleisen, die beides, Stoßen und Ziehen ermöglichen, ziemlich allgemein zu sein. U. a. war ein Eisen eingesandt worden, das zwei konkave Schneiden besaß; die eine wurde zum Schälen von Stämmen unter 13 cm, die andere zum Schälen von Stämmen unter 20 cm verwendet. Die Messer waren an beiden Seiten so geschliffen, daß ein Stoßen sowie ein Ziehen ausgeführt werden konnte. Inwieweit das Gerät in der Praxis einen Vorteil bietet, ist nicht bekannt.

Weiter zu untersuchen und auszubessern wäre ein Schälapparat, der bei derselben Gelegenheit vorgeführt wurde. Das Messer ist an einem etwa $^3/_4$ m hohen und $1^1/_2$ m langen Gestell angebracht. Durch Hin- und Herbewegen des Messergriffes wird das Holz, das gegen das Messer gedrückt wird, entrindet. Das Wenden des Abschnittes geschieht von selber.

Verwertung des Stoß- bzw. Zugeisens.

Wie schon erwähnt wurde, ist das Dauner Stoßeisen am allgemeinsten in Deutschland in Gebrauch und bewährt sich am besten für Fichte als auch für Kiefer.

Von verschiedenen Seiten wird nun angeführt,[51]) u. [59]) daß das Stoßeisen sich nur unter gewissen Bedingungen rechtfertigt. Es soll auf der Ebene verwendet werden für starkes, astfreies Holz mit glatter Rinde, vor allem für Fichte. Für Kiefer soll der Stiel kürzer, die Schneide schmaler, das Blatt keilförmig und das Gewicht höher

sein. Das Zugeisen aber soll verwendet werden an Hanglagen für schwaches und astiges Holz. Zu dieser Ueberzeugung gelangt Reißig,[21]) doch kann man seine Folgerungen nicht ohne weiteres annehmen. Beim Lesen seines Aufsatzes kommt man zu der Ansicht, daß an mehr als an einer Stelle seine Ausführungen einander widersprechen, daß er die Nachteile des Zieheisens zum Teil nicht recht verwertet, zum Teil gar nicht erwähnt.

Am Hang, so führt Reißig aus, ist die Führung des Stoßeisens schwer und ist dies um so mehr der Fall, je schwächer das Holz. Hier soll das Zugeisen mit seinem kurzen Stiel Verwendung finden. Der Nachteil des Bückens, der auf der Ebene auftritt, soll am Hang vermieden sein. Dies trifft aber nur dann ein, wenn entweder der Stamm bergab gefällt oder aber vom Wipfel aus geschält wird. Der erste Fall macht der Bringung große Schwierigkeiten, der zweite erschwert in großem Maße das Schälen, vor allem bei astigem Holz.

Das Zugeisen soll das geeignetste Gerät sein für astiges Holz, indem der kurze Stiel eine sichere Führung erlaubt und nicht so ermüdend auf die Schultergelenke wirkt. An anderer Stelle aber wird zugegeben, daß die Arbeit mit dem Zugeisen eine sorgfältige Entästung voraussetzt! Außerdem liegt gerade hierin ein großer Vorteil des Stoßeisens; es ermöglicht, mit Ausnahme von Holz mit starken Aesten, das Entästen und Schälen in einem Gang.

Reißig beschreibt, wie wir schon früher besprochen haben, die zweckmäßige Form, Gewicht und Stiel eines Kiefernschäleisens. Darin heißt es, ein Losprengen der Rinde sei nötig und daß hierfür ein keilförmiges Eisen und ein gewisser Schwung erforderlich ist. Für Fichte, nicht aber für Kiefer, muß die Schneide breit oder aber hochgekantet sein. Wie steht es nun beim Zugeisen? Es ist nicht keilförmig, auch ist ein Schwung hier kaum anzubringen. Ferner wird nun die schneidende Wirkung des unteren Bügelteils (wie beim hochgekanteten Fichteneisen) als Vorteil auch bei Kiefer angepriesen. Ein wissenschaftlicher Beweis für die Ueberlegenheit des Zugeisens über das Stoßeisen bieten die genannten Arbeiten nicht.

Wie aus den vorgenannten Ausführungen zu ersehen ist, bestehen große Meinungsverschiedenheiten über das geeignetste Schälgerät, ob es stoßend, ziehend oder beides wirken soll. Für diese drei Typen

wieder werden verschiedene Formen und Qualitäten von einer Seite als vorteilhaft, von anderer wieder als leistungshemmend angesehen. Es scheint daher erforderlich, daß in der Praxis Zeitstudien mit den verschiedenen Schälgerätetypen und -Formen ausgeführt werden. Diese müssen nach Holzarten, wahrscheinlich auch nach Altersklassen (Rinden- und Stammstärke) und Bonität (Holzgüte) getrennt erfolgen. Daß dabei mit denselben Arbeitern unter gleichen Verhältnissen die Versuche ausgeführt werden, ist selbstverständlich. Eine solche Untersuchung wird augenlicklich von den A.T.F. in Berlin ausgeführt und voraussichtlich im Herbst 1939 veröffentlicht werden.

2. Schälbock.

Wenn das Schälen im Bestand geschieht, und zwar je Stamm ein Mann, so ist es zweckmäßig, daß ein Schälbock benutzt wird, auf den das stärkere Ende des Stammes gelegt wird. Das Schälen geschieht dann zopfwärts. Sind zwei Arbeiter gut geschult und aufeinander eingearbeitet, so kann nach Platzer[59]) der Stamm mit beiden Enden auf je einen Bock gelegt werden und das Schälen des Stammes mit zwei Arbeitern zur gleichen Zeit erfolgen. Dazu sind feste, aber leichte Böcke nötig. Bei einem Preisausschreiben[60]) wurde die Form „Astgabel" als zweckmäßigster Bock anerkannt, als zweitbester die Form „Schwalbenschwanz". Die Böcke waren als Sägeböcke gedacht, doch kommen sie für das Schälen im Wald auch in Frage. Bei der Form „Astgabel" wurde eine genügend starke Astgabel genommen, am Ende ein rechteckiges Loch mit Hilfe eines Stemmeisens gemacht und ein anderes Holzstück, welches am Ende passend geschnitten wurde, hineingesteckt. Damit wurde eine sichere und feste Verbindung erreicht, so daß der Anspruch an Stärke der Hölzer gering, der Bock also leicht in Gewicht und bequem zu tragen ist.

Zweckmäßig scheint auch eine Astgabel zum Entästen zu sein, wie Metz[61]) sie vorschlägt. Die Gabel wird kurz, der Stärke der Stangen entsprechend, geschlagen. Ein drittes Bein ist nicht erforderlich, sondern die Gabel wird, nachdem die Stange mit dem starken Ende daraufgelegt worden ist, gegen einen stehenden Baum gelehnt.

Als Vorteil ist das geringe Gewicht des „Bockes" und die einfache Bauart zu bezeichnen. Nachteilig ist, daß jedesmal ein nahestehender Baum benötigt wird. Auch ist die Gabel nicht zu sehr fest.

Erfolgt das Schälen erst am Waldweg, und zwar stammweise, so empfiehlt es sich, die Böcke mittels drei passender Stempel und einem eisernen Ring (Durchmesser etwa 10 cm) herzustellen. Die Stempel werden am Ende zusammengehalten und der Ring über sie gezogen. Zwei der Stempel sollen etwas höher über den Ring herausragen. Diese bilden die Gabel. Nach Metz[1]) soll die Gabel etwa ein Drittel der Stammstärke tief sein. Die Stämme werden auf zwei Böcken, also horizontal, geschält.

Wird das Holz erst nach dem Zerlegen geschält, so wird ein Schälbock benötigt. Als praktischer Bock kann diejenige Form bezeichnet werden, welche allgemein in Bayern benutzt wird. Ein etwa 2 m langer und 15 cm starker Abschnitt, der Langbaum, wird ca. 30 cm von beiden Enden an den Seiten etwas eingeschnitten. Vier schwächere Holzbeine werden an einem Ende passend eingeschnitten und am Langbaum an den vier Seiten festgenagelt. Die zwei vorderen Beine sind kürzer als die zwei hinteren, so daß der Langbaum schräg zu stehen kommt. Unten und oben können an den Beinen Querbalken geschlagen und, wenn nötig, ein schwerer Stammabschnitt daraufgelegt werden. Hierdurch wird die Festigkeit des Bockes erhöht.

Etwa 10 cm hinter den beiden längeren Beinen wird eine auf ihrem Fuß drehbare eiserne Gabel im Langbaum befestigt. Am unteren Teil des Langbaumes wird ein Eisen eingeschlagen, nach oben über das Holz parallel zu diesem umgebogen. Am Ende hat es eine Spitze.

Beim Schälen wird der Abschnitt auf die Gabel gelegt und das untere Ende in die scharfe Spitze gedrückt. Das Auflegen geschieht ohne Schwierigkeiten und der Abschnitt rutscht meist von selber gegen das spitze Eisen. Der Abschnitt kommt gar nicht auf den Langbaum zu liegen. Diese Bauart erleichtert in großem Maße das Wenden um die Längsachse. Nachdem die eine Hälfte des Abschnittes geschält ist, wird diese bis in die Gleichgewichtslage in der Gabel nach hinten geschoben, auf der Gabel ruhend um 180° gedreht und die andere Hälfte geschält. (Vorteile der drehbaren Gabel siehe Seite 85.)

Für Buchenholz.

1. Das Schäleisen.

Untersuchungen[42]) haben ergeben, daß das Schälverfahren, so wie es für Nadelholz gebräuchlich ist, nicht für Buchenholz zweckmäßig ist. Die Ursache ist darin zu suchen, daß Buchenholz schwerer und meist stärker, die Rinde härter und spröder ist und sich infolgedessen nicht in langen Stücken schälen läßt, sondern kurz abbricht. Ferner ist die Oberfläche viel weniger glatt und weist oft Rillen, Mulden, Buchten und Astwinkel auf. Das Entrinden mit dem Beil und Stoßeisen, sowie das Abklopfen mit der Axt erwies sich daher als unpraktisch und unwirtschaftlich.

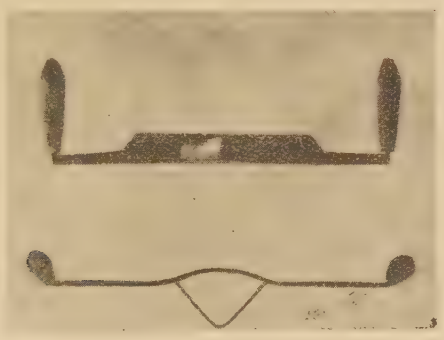


Abb. 6. Bramwalder Muldenmesser.

Das Entrinden von Buchenholz muß mit dem Ziehmesser und auf dem Bock geschehen. Für Holz mit glatter Rinde ist das gerade Ziehmesser zu verwenden, doch muß, da die Abschnitte meist stärker sind, die Griffentfernung größer sein, nämlich 42 cm. Holz mit Rillen und Mulden kann mit dem geraden Ziehmesser nicht rindenfrei geschält werden. Es wurde deshalb ein Hilfsgerät, das sogenannte Bramwalder Muldenmesser entworfen, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Für kleinere Mulden mußte ein schwach gewölbtes Eisen, für tiefe Rillen eine stark gebogene Schneide hergestellt werden. Das Bramwalder Messer besteht aus einer Zusammenstellung dieser zwei Schneidearten und ermöglicht das vollständige Entrinden

von sehr unebenem Holz. Nur unter äußerst ungünstigen Verhältnissen muß die Axt benutzt werden. (Siehe Abb. 6.)

Beim Schälen wird erst die Rinde mit dem gerade Ziehmesser entfernt und danach alle Reste mit dem Muldenmesser abgeputzt. Um beim öfteren Wechseln der Messer diese rasch griffbereit zu haben, wird das außer Gebrauch stehende jedesmal an einen Nagel, der am rechten Schälbockbein geschlagen ist, aufgehängt.

Die beiden Ziehmesser werden für Waldschälen sowie für Weißschnitzen verwandt. Vor allem beim Weißschnitzen hat das Muldenmesser sich sehr gut bewährt.

2. Der Schälbock.

Das Buchenholz ist schwerer und meistens stärker wie Nadelholz und muß daher der Schälbock auch aus stärkerem Holz hergestellt werden. Da die Holzabschnitte immer in 1 m-Stücken ausgehalten werden, braucht der Schälbock für Buchenholz nicht so lang zu sein. Ein 143 cm langer Langbaum und eine Höhe von 78 cm wird empfohlen.[12]) Anstatt der eisernen Spitze sollen am Holzende drei hölzerne Pflöcke eingeschlagen werden, zwei an den Seiten und einen höheren dahinter in der Mitte. Der Abschnitt kommt also auf den Langbaum zu liegen. Daher ist es auch nicht nötig, wie beim Nadelholzbock, daß die vorderen Beine länger sind; der Abschnitt kommt sowieso schräg zu liegen. Auch wird empfohlen, daß die Gabel sich nicht auf ihrem Fuß dreht, sondern daß die Gabel mit Fuß in dem Langbaum sich drehen kann. Hierdurch wird eine Schwankung der Gabel verhindert und kann ein sicheres und kräftiges Durchziehen des Messers erfolgen. Um das Einbohren der Gabel in das Holz zu vermeiden, soll eine Eisenplatte zwischen Holz und Gabel eingelegt werden. Der Gabelschenkel soll einen Winkel von 30 bis 35° aufweisen. Hierdurch wird ein Klemmen der runden, halben und geviertelten Abschnitte verhindert.

Bei einer Untersuchung[12]) wurde ein Vergleich zwischen dem Schälen mit und ohne drehbare Gabel unternommen. Es zeigte sich, daß für 14 bis 25 cm starke Abschnitte eine Zeitersparnis von 23,9 Min. je rm, für 10 bis 14 cm eine solche von 14,6 Min. je

rm beim Schälen der Abschnitte mit der drehbaren Gabel zu verzeichnen war.

Die Vorteile der eisernen drehbaren Gabel gegenüber der hölzernen, nicht drehbaren, sind nach Angaben [12]) folgende:

1. Feste Lage der Hölzer;
2. Kraftersparnis und höhere Leistung durch Vermeiden des Aufhebens der Hölzer beim Wenden;
3. Zeitersparnis beim Wenden;
4. Eignung für alle Holzformen: rund, halb und geviertelt;
5. Diese Gabelform aus Holz ist schwer in der Natur zu finden;
6. Die eiserne Gabel ist sehr stark, wodurch zeitraubende Vorsicht ausgeschaltet wird.

Als Nachteile sind zu bezeichnen:

1. das Gewicht (etwa 2,2 kg);
2. der Preis (etwa RM. 1.50).

3. Die Axt.

Siehe Entästen Seite 57.

4. Gerät zum Schärfen.

Voraussetzung für hohe Leistungen ist eine regelmäßige Instandsetzung des Eisens. Zum Schärfen wird der Wetzstein benutzt.

2. Weißschnitzen.

Zur Herstellung von hochwertigem Zellstoff ist es nötig, wie wir schon besprochen haben, daß das Holz weißgeschnitzt wird.

Bei der Betrachtung dieser Teilarbeit tauchen folgende Fragen auf:

1. Welche Schnitzarten müssen ausgeübt werden;
2. muß das Weißschnittzen nach dem Waldschälen (Entrinden) oder im berindeten Zustand erfolgen;
3. Welche Geräte müssen verwendet werden.

a) Vorgang beim Weißschnitzen.

Das Weißschnitzen erfolgt immer nach dem Rücken und Setzen, und zwar auf einem Bock. In der Regel werden 2 m, oft aber

auch 1 m-Stücke geschnitzt. Es ist nötig, daß vor dem Weißschnitzen die Abschnitte von allen Aesten befreit werden, da diese den Vorgang behindern.

a) Das Nachästen.

Da die Abschnitte, selbst wenn das Holz schon vorher waldgeschält worden ist, noch voller Aeste sind, müssen diese erst mit der Axt nachgehauen werden. Der Abschnitt wird von dem Stoß aufgehoben, mit dem einen Ende auf einen Holzbock, mit dem anderen auf den Boden gegen einen unbeweglichen Klotz gelegt. Der Abschnitt wird mit der Axt nachgeästet, aufgehoben und neben den Bock geworfen.

Folgende Zeiten wurden bei einer von mir durchgeführten Untersuchung in Olching im September 1938 gefunden:

(Reine Aestezeit, ohne Auflegen und Weglegen. Zeiten für waldgeschälte, 2 m lange Fichtenabschnitte.)

Durchmesser	10	12	14	16	18	20
Aestezeit je fm in Min.	55	45	39	36	34	34

Mit zunehmendem Durchmesser sinkt die Zahl der Abschnitte je Festmeter und werden diese auch meist weniger astig, wenn auch die Aeste immer stärker werden. Es zeigt sich daher, daß die Aestezeit je fm bei zunehmendem Durchmesser rasch sinkt. Bei einem Durchmesser von etwa 20 cm steigt die Leistung nicht mehr. Dies muß darauf zurückgeführt werden, daß die Abschnitte zu schwer werden und die Wendezeit stark zunimmt.

Es fragt sich nun, ob es nicht möglich und zweckmäßig wäre, das Holz, welches zum Weißschnitzen gebraucht wird, schon im Wald mit größerer Mühe und Sorgfalt zu entästen, damit ein zweites Nachästen nicht mehr nötig ist. Man darf mit Bestimmtheit annehmen, daß der höhere Zeitaufwand, der dadurch erfolgt, bei weitem Zausgeglichen wird durch das Ausbleiben des wiederholten Aufhebens, Nachästens und Weglegen am Lagerplatz.

Durch Vereinbarung des Käufers mit den Forstämtern könnten für die Mehrarbeit im Wald entsprechend höhere Preise bezahlt werden. Gegen diese Maßnahmen spricht, wie wir später noch aus-

führlich bei dem Vergleich zwischen Waldschälen und Weißschnitzen behandeln werden (siehe Seite 91), die Arbeiterfrage.

b) Das Weißschnitzen.

Nachdem etwa 10—20 der Abschnitte nachgeästet worden sind und neben dem Bock liegen, fängt der Arbeiter mit dem Weißschnitzen an. Bei 2 m-Abschnitten wird erst die eine Hälfte geschnitzt, das Holz um 180° gedreht und dann die andere Hälfte geschnitzt. Bei 1 m-Abschnitten wurde von Barth (1) der Versuch gemacht, das Holz in einem Zuge zu schnitzen. Die Zeiten, die gewonnen wurden, verglich er mit denen, wo der Arbeiter erst die ihm zuliegende Hälfte schnitzt und danach die zweite, also auf dieselbe Art, wie bei 2 m-Abschnitten. Es zeigte sich dabei, daß das erste Verfahren einen erheblichen Vorteil bietet gegenüber dem zweiten. Bei einem Durchmesser von 12 cm (mit Rinde) war bei der zweiten Methode ein erhöhter Zeitaufwand von 37 % zu bemerken. Bei einem Durchmesser von 23 cm stieg der Mehraufwand sogar auf 48 %. Das Aufheben, Drehen und Ablegen war in den Ziffern nicht mit inbegriffen. Voraussetzung für das Schnitzen in einem Gang ist ein starker Arbeiter. Sehr astiges Holz, auch Stammfüße, müssen in zwei Gängen geschnitzt werden.

Wie wir gesehen haben (Tabelle 9), ergibt sich beim Waldschälen eine große Zeitersparnis, wenn das Holz vor dem Einschneiden geschält wird. Es fragt sich nun, ob dieser Vorteil auch beim Weißschnitzen eintreten wird. Da die Ziehkraft beim Weißschnitzen am besten ausgenützt werden kann, wenn der Stamm schräg zum Boden auf dem Bock liegt, und dies für lange Stangen Schwierigkeiten machen würde, so ist es fraglich, ob sich ein Vorteil bieten würde. Jedenfalls sollte ein Versuch gemacht und die Frage geklärt werden.

b) Waldschälen und Weißschnitzen.

Verschiedene Versuche sind schon gemacht worden, um festzustellen, ob das Weißschnitzen, wenn es direkt am berindeten Abschnitt erfolgt, eine Zeitersparnis gewährleistet gegenüber dem Verfahren,

wonach das Holz erst waldgeschält und danach geschnitzt wird. Markworth [41]) fand einen sehr geringen Mehraufwand, wenn das Holz direkt weißgeschnitzt wurde:

Weißschnitzzeiten je qm Rindenfläche.

Mitteldurchmesser cm .	10	11	12	13	14	15	16	10	18	19	30
Berindetes Holz . . .	525	500	478	458	440	426	415	408	403	401	400
Waldgeschältes Holz .	520	497	474	450	428	410	395	380	370	361	353

Zählt man zu den Zeiten des weißgeschnitzten, waldgeschälten Holzes noch die für das Waldschälen, so zeigt es sich, daß das Weißschnitzen des berindeten Holzes einen Vorteil bietet. Demgegenüber aber fand nach Angaben von Hampe.[52]) Brandes einen erheblichen Mehraufwand an Zeit, wenn das berindete Holz weißgeschnitzt wurde.

Hassenberger [41]) fand die Zeiten für das Weißschnitzen des waldgeschälten Holzes und des Waldschälens wie folgt:

(Alle Nebenarbeiten sind eingeschlossen. Zeit in Stunden je fm.)

Tabelle 12.

Durchmesser cm . . .	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Weißschnitzen	5,4	4,5	4,3	3,7	3,4	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7
Waldschälen	1,3	1,2	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
Zusammen	6,7	5,7	5,2	4,5	4,1	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6	2,3	2,1

Die Zeiten für das Weißschnitzen sind äußerst hoch. Leider hat Hassenberger keine Zeitaufnahmen vom Weißschnitzen des berindeten Holzes gemacht, so daß auch in seiner Arbeit die Lösung nicht zu finden ist.

Barth [53]) macht es sich zur Aufgabe, diese Frage zu lösen, doch geht aus seiner Arbeit nicht hervor, welches das Ergebnis seiner Studien war.

Eigene Untersuchungen (Tabelle 13), die mit einem Arbeiter im September 1938 durchgeführt wurden, stimmten mit den Ergebnissen von Markworth insofern überein, daß die Zeiten für das Weißschnitzen des berindeten Holzes wenig von denen des waldgeschälten Holzes abwichen.

Tabelle 13.

(Reine Schälzeiten ohne Wenden, Verlustzeiten und Zuschlag. Zeit in $^1/_{100}$ Min. je qm.)

Durchmesser cm .	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Weißschnitzen v. berindetem Holz	288	284	281	279	278	276	274	273	272	271	270	270
Weißschnitzen v. waldgesch. Holz	330	328	325	322	321	320	319	318	315	314	313	312

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, lagen die Zeiten für das berindete Holz sogar etwas niedriger. Auch die Arbeiter bestätigten, daß die Tagesleistungen beim Weißschnitzen des berindeten Holzes höher lagen im Vergleich zu denen beim Weißschnitzen des waldgeschälten Holzes. Die Ursache liegt darin, daß das waldgeschälte Holz stark ausgetrocknet war und das Schälen erschwert wurde. Selbst nach anhaltendem Regen trocknete die Oberfläche sofort wieder aus. Die Rinde hielt das äußere Holz feucht und erleichterte das Schälen. Wenn das Weißschnitzen kurz nach dem Waldschälen erfolgt, dürfte das Umgekehrte der Fall sein. Der Versuch wurde gemacht mit Holz, welches dem Aussehen nach wenig verschieden war, doch muß zugegeben werden, daß Holz aus zwei verschiedenen Gegenden benutzt wurde. Es ist also möglich, daß die Güte und Rindenstärke nicht die gleichen waren und die Ergebnisse dadurch beeinflußt wurden.

Aus dem Obengeschilderten gelangt man zu der Folgerung, daß die Frage noch nicht geklärt ist. Versuche mit denselben Arbeitern und mit Holz aus einem Bestand und unter den gleichen Witterungsumständen sollten gemacht werden, um die Weißschnitzzeiten 1. von berindetem Holz und 2. von waldgeschältem Holz festzustellen. Daneben müssen die Zeiten für das Waldschälen gefunden werden. Aus diesen drei Zahlenangaben kann man zu einer Lösung der Frage gelangen.

Sollten die Studien beweisen, daß das Verfahren, wonach das berindete Holz weißgeschnitzt wird, eine Zeitersparnis gegenüber dem Weißschnitzen in zwei Arbeitsgängen ergibt, so dürfte man aber nicht ohne weiteres diese Methode als die richtige anpreisen. Es spielen hier noch andere Momente mit:

a) Massenverlust (Holz und Rinde).

Barth[53]) fand, daß beim Weißschnitzen des berindeten Holzes der Massenverlust bei einem Abnehmen des Durchmessers von 23 bis 11 cm von 14,7 bis 18 % stieg. Wurde dagegen das Holz in zwei Gängen geschnitzt, so lagen die Ziffern durchwegs um etwa 2 % niedriger. Bei einer so großen Knappheit an Holz und bei solch hohen Verarbeitungskosten ist diese Tatsache nicht unwichtig. Die Ursache dieses Unterschiedes dürfte darin zu finden sein, daß die Arbeiter, um sauber zu arbeiten, beim Weißschnitzen des berindeten Holzes zu tief in das Holz einschnitten. Allerdings gibt Barth zu, daß der Unterschied auch auf Verschiedenheiten der Arbeiter zurückgeführt werden kann, daß also dieser Unterschied nur zufällig auftrat.

b) Gewichtsverlust.

Wie schon erwähnt wurde, muß das Weißschnitzen immer auf dem Bock geschehen und soll dies wirtschaftlich vor sich gehen, setzt dies voraus, daß größere Mengen Holz zusammengerückt worden sind. Das Rücken müßte, wenn das Weißschnitzen in einem Gang geschehen soll, infolgedessen mit berindetem Holz vor sich gehen. Dies bereitet oft Schwierigkeiten beim Rücken, vor allem in Gebirgsgegenden. Im berindeten Zustand läßt das Holz sich viel schwerer über die Erde bzw. Schnee bewegen, da die Reibung viel größer ist. Außerdem ist das Holz mit der Rinde schwerer.

Auf der anderen Seite aber bietet das Weißschnitzen, wenn es nach dem Rücken am Waldweg geschieht, den Vorteil, daß das Holz beim Ferntransport leichter ist und weniger Raum einnimmt. Hassenberger[41]) stellte fest, daß weißgeschnitztes Holz einen Gewichtsverlust von 6 % gegenüber Holz mit Bast aufweist. Dieser Verlust erhöht sich noch durch rascheres Austrocknen des entrindeten Holzes. Bei der Bringung ist dieser Gewichtsverlust von großer Bedeutung und kann eine erhebliche Kostenersparnis ergeben.

c) Arbeiterfrage.

Der wichtigste Faktor, der gegen das Weißschnitzen im Walde spricht, ist die Arbeiterfrage. Das Weißschnitzen von berindetem Holz nimmt, wie wir gesehen haben (siehe Tabelle 12), etwa viermal so viel Zeit in Anspruch wie das Waldschälen. Beim Waldschälen kann die Arbeit viel rascher durchgeführt werden, nimmt also viel weniger Arbeitskraft in Anspruch. Diese Tatsache ist von ausschlaggebender Bedeutung. Die Forstämter, die unter einem großen Arbeitermangel leiden (in einigen bayerischen Bezirken müßte die doppelte Zahl von Arbeitern vorhanden sein, um die Waldarbeit rechtzeitig und gut durchzuführen) sind froh, wenn das Holz so rasch wie möglich aus dem Wald entfernt und die Arbeit des Weißschnitzens von den Käufern übernommen wird. Das Weißschnitzen wird heute meistens auf den Fabriklagerplätzen sowie an den Bahnhöfen durchgeführt. Die Städte üben einen gewissen Reiz auf die Arbeiter aus, so daß diese hier leichter zu Weißschnitzarbeiten herangezogen werden können.

Eine Möglichkeit bestände darin, daß das berindete Holz zur Fabrik oder Bahnhof gebracht wird, um dort weißgeschnitzt zu werden. Der Zeitgewinn beim Weißschnitzen in einem Gang würde aber wieder von den Nachteilen, die durch das erhöhte Gewicht und größere Raumbenutzung beim Transport hervorgerufen werden, aufgehoben werden. Die Frage scheint nur dann gelöst werden zu können, wenn die Maschinenindustrie eine motorisierte Schälmaschine liefern würde, welche die Arbeit des Weißschnitzens bzw. Waldschälens billig, rasch und ohne großen Massenverlust durchführen könnte. Vor allem ist dies beim Schälen von schwachen Durchforstungshölzern wichtig, die, wie wir gesehen haben, in immer größerem Maße an der Versorgung von Faserholz teilnehmen. Aus Tabelle 12 geht hervor, daß das Waldschälen sowie das Weißschnitzen mehr als dreimal soviel Zeit in Anspruch nimmt, bei Holz mit einem Mitteldurchmesser von 10 cm, als bei Holz mit einem von 21 cm. Viel rascher steigen die Zeiten, wenn das Holz in noch geringeren Stärken aufgearbeitet wird. Außerdem ist der prozentuale

Massenverlust beim Schälen um so größer, je geringer die Stärke der Abschnitte und wird ihre Verwendung immer weniger lohnend.

Schälmaschinen sind schon in vielen Zellstoffabriken eingebaut, doch sieht man nicht selten, daß diese außer Betrieb gesetzt sind. Der Massenverlust, der durch den maschinellen Schälapparat verursacht wird, ist zu hoch, da das Gerät nicht imstande ist, sich genügend an die verschiedenen Stammstärken und Unebenheiten anzupassen. Beim Weißschnitzen von waldgeschältem Holz könnte dieser Nachteil teilweise aufgehoben werden, indem der Abfall zu hochwertigen Zwecken benutzt wird. Beim Schnitzen von berindetem Holz dagegen kann der Abfall nur als Brennmaterial verwendet werden.

Zu untersuchen wäre die Möglichkeit, eine kleinere motorisierte Schälmschine herzustellen, welche imstande ist, im Wald das Holz auf billige Weise zu schälen. Die Maschine müßte bequem und rasch zu bewegen sein. Die Metallwerke Frankenberg haben eine Schälmaschine „System Stüve" gebaut, welche, wie Untersuchungen bewiesen haben,[62]) das Weißschnitzen im Wald zu einem Drittel der Kosten des Handschnitzens durchzuführen vermochte. Nach Angaben der Firma wird diese Maschine leider heute nicht mehr hergestellt.

Einem Bericht[63]) zufolge soll in Rußland ein Schälapparat hergestellt worden sein, wonach das Schälen mittels einer Drehscheibe, an der die Schälmesser befestigt sind, erfolgt. Die Kosten lagen etwa ein Drittel niedriger wie beim Handschälen. Allerdings betrug der Holzverlust 10 %.

Solange die Schälarbeit noch mit der Hand ausgeübt wird (und das wird immer, wenn auch vielleicht später in geringerem Maße, der Fall sein), müssen wir trachten, die Geräte und das Schälen so zweckmäßig wie möglich zu gestalten. Die Geräte zum Waldschälen sind schon ausführlich besprochen worden (Seite 76). Es sollen jetzt die Geräte beim Weißschnitzen einer Prüfung unterzogen werden.

c) Geräte zum Weißschnitzen.

a) Ziehmesser.

1. Für Nadelholz.

Das Ziehmesser besteht aus einer eisernen Schneide, an dessen Enden Holzgriffe befestigt sind. Wie bei dem Stoßeisen besteht auch für

Zugmesser eine große Verschiedenheit der Bauarten. Das Messer kann gewölbt oder gerade sein, es kann doppelseitig oder einseitig geschliffen sein usw. Die meisten Ziehmesser haben eine gerade, 20 bis 40 cm lange Schneide. Die Entfernung der Griffe ist jedesmal etwa um 20 cm größer wie die Schneidelänge. Nach Aro[58]) ist es wichtig, daß das Messer beim Anlegen an den Abschnitt ganz aus seiner Schneide ruht. Hierdurch wird verhindert, daß das Messer sich auf dessen Schneide stellt und zu tiefes Eindringen in das Holz erfolgt. Doppelschneidige Messer erlauben ein Schnitzen durch Ziehen und Stoßen. Ob damit ein Vorteil gewährleistet wird, ist nicht zu sagen. Für gefrorenes Holz soll niemals das doppelschneidige Messer verwandt werden, da es zu gefährlich zum Hantieren ist. Zu untersuchen wäre die Leistung einer gebogenen Schneide gegenüber einer geraden. Da gebogene Schneiden breitere Streifen schnitzen können, wäre zu erwarten, daß diese eine höhere Leistung aufweisen.

2. Für Buchenholz (siehe Seite 83)

b) Schälbock.

Der Schälbock, so wie er für Nadelholz auf Seite 81 und für Buchenholz auf Seite 83 beschrieben worden ist, hat auch für das Weißschnitzen Gültigkeit.

c) Axt.

Siehe Entästen Seite 57

3. ZUSAMMENFASSUNG und FOLGERUNGEN.

I. Waldschälen.

Bedingungen, welche die Schälleistung beeinflussen:

A. Allgemein.

1. Durchmesserstärke.

Mit zunehmendem Durchmesser

a) sinkt die reine Schälzeit,

b) sinkt die Wendezeit bis zu einem Festgehalt von 0,60 fm (Nadelholz), steigt dann wieder an,

c) sinkt die Zeit für das Auf- und Ablegen der Stämme bzw. Abschnitte,

d) sinken die Lauf- und Verlustzeiten,

e) steigt die Schälleistung je fm,

f) sinken die Kosten je fm.

2. Leistungsfähigkeit des Arbeiters.

Bei 10° Wärme ist eine Höchstleistung zu erreichen. Die Leistung schwankt ferner je nach Kraft, Geschicklichkeit und Wille des Arbeiters.

3. Bestandesalter und Bonität (Holzgüte).

Grobe Äste oder mehrere kleine Äste steigern die Schälzeit um 120 bis 150 %.

4. Witterung und Jahreszeit.

Nadelholz wird um 60 % leichter in der Saftzeit, als bei Frost geschält. Holz, im Frühjahr gefällt, muß sofort geschält werden.

Im Winter werden erhöhte Leistungen erreicht, wenn geschält wird, nachdem der Tau eingetreten, das Holz im Innern aber noch gefroren ist. Buchenholz, das im Winter geschlagen ist, kann am besten in der Saftzeit geschält werden. Bei Frost läßt es sich um 90 %, bei mildem Winterwetter um 30 % schwerer schälen.

5. Oertlichkeit.

Steile Hänge erfordern eine erhöhte Schälzeit bis 25 %.

B. Technisch (Geräte).

a) Nadelholz.

1. Schäleisen.

Die Form, Größe und Gewicht des Eisens übt einen großen Einfluß auf die Schälleistung aus. Als geeignetstes Gerät wird das Danner-Universalschälmesser, welches praktisch zum Schälen und Entästen in einem Gang angewandt werden kann, angesehen. Das Zugeisen hat keine Vorzüge vor dem Stoßeisen.

2. Schälbock.

Eine Mehrleistung wird erreicht, wenn das Schälen auf dem Bock geschieht. Zum Schälen wird im Wald die Form Astgabel, am Lagerplatz ein Bock, der aus drei Stempeln und einem Ring hergestellt ist, verwendet. Zum Schälen von Abschnitten wird ein fester Bock, welcher mit vier Holzbeinen und drehbaren eisernen Gabeln versehen ist, benutzt.

b) Buchenholz.

1. Schäleisen.

Eine Höchstleistung wird erreicht, wenn das Holz, welches immer auf einem Bock und in 1 m langen Abschnitten geschält werden muß, mittels einem etwa 42 cm breiten Schälmesser und dem Bramwalder Muldenmesser geschält wird.

2. Schälbock.

Zweckmäßig und arbeitsfördernd ist ein fester, etwa 145 cm

langer Bock, welcher mit einer eisernen, drehbaren Gabel versehen ist. Drei Holzpflöcke, die im Langholz geschlagen sind, verhindern das Abrutschen der Abschnitte.

3. Geräte zum Schärfen.

Zum Schärfen wird der Wetzstein benutzt.

C) Organisatorisch.

1. Rottenstärke.

Höchste Leistungen werden auf die Dauer erreicht, wenn die Rotten aus 2 Arbeitern aufgebaut sind. In Gebirgsgegenden kann diese Zahl auf 3 erhöht werden.

2. Länge der Abschnitte.

Das Schälen der langen Stämme ergibt eine erhöhte Tagesleistung gegenüber dem Schälen der kurzen Abschnitte. Diese Mehrleistung ist um so größer, je geringer die Durchmesserstärke.

3. Schälvorgang.

Für Nadelholz wird eine Mehrleistung erreicht, wenn auf einmal ein Viertel der Stammoberfläche geschält wird. Buchenholz, das zwecks Austrocknung gespalten werden muß, soll bei einem Durchmesser von 26 bis 30 cm einmal, über 30 cm zweimal gespalten und danach geschält werden. Schwächeres Holz soll erst geschält und danach gespalten werden.

4. Schälen vor und nach dem Rücken.

Beim Schälen der im Wald zerstreut liegenden Stämme treten hohe Lauf- und Verlustzeiten auf. Diese können eingeschränkt werden, indem das Schälen nach dem Rücken an zentralen Lagerplätzen vor sich geht. Hierdurch wird die Arbeit zusammengefaßt und besteht die Möglichkeit, eine Mechanisierung der Schälarbeit durchzuführen. Wird das Holz beim Rücken geschleift, muß es mittels Schwerkraft (Schnee) gerückt werden, oder wird das Holz im Sommer gefällt und kann nicht sofort gerückt und geschält werden, so ist

dies Verfahren nicht zweckmäßig und muß das Holz vor dem Rücken geschält werden.

D. Folgerungen.

Großes Gewicht muß gelegt werden auf

a) das Schälen vor dem Ablängen,
b) das Viertelschälen,
c) das Schälen auf dem Bock,
d) das Schälen in der Saftzeit,
e) die Bildung von 2-Mann-Rotten in der Ebene, 3-Mann-Rotten im Gebirge,
f) zweckmäßige Geräte und deren Instandhaltung,
g) das Rücken der Stämme zum und das Schälen derselben am Lagerplatz,
h) die Errichtung von zentralen Lagerplätzen, wo das Holz geschält und abgelängt werden kann,
i) die Herstellung einer Schälmaschine, welche mit erhöhter Leistung wirtschaftlich zum Schälen eingesetzt werden kann und bei welcher möglichst wenig Holzverlust auftritt.

4. Das Ablängen.

Das Ablängen (Einschneiden) der Stämme in 1 m- oder 2 m-Abschnitte erfolgt mit der Hand- oder Motorsäge. Die Anwendung der Motorsäge ist eingehend auf Seite 45 besprochen worden. An derselben Stelle wurde festgestellt, daß das Ablängen mit der Motorsäge eine erhöhte Tagesleistung sowie einen wirtschaftlichen Erfolg mit sich bringt. Vorausgesetzt werden mußte aber, daß u. a. das Holz in großen Massen anfällt, eine volle Ausnützung der Motorsäge gesichert sei und das Holz an Lagerplätzen gerückt wird, um dort abgelängt zu werden. Ist dies aber nicht der Fall, und kommt nur zeitweise und in geringen Massen Holz zum Ablängen oder sind die Arbeitsverhältnisse derart, daß ein Rücken der langen Stämme nicht möglich ist, so muß das Ablängen mit der Handsäge vor sich gehen.

Es soll also hier der Arbeitsverlauf beim Ablängen mit der Handsäge einer Prüfung unterzogen werden.

1. Arbeitsvorgang beim Ablängen mit der Handsäge.

Bevor mit dem Einschneiden eines Stammes angefangen werden darf, ist erst am Stammende zu untersuchen, ob dieses Fäule aufweist. Ist dies der Fall, so muß ein 1 m langes Stück abgesägt werden. Ist an dieser Stelle das Holz noch immer angefault, so wird ein zweites Stück entfernt und als Brennholz ausgehalten. Das Abmessen dieser faulen Stellen wird am besten vom Arbeiter, der die Säge trägt, mittels dieser ausgeführt. Zu diesem Zweck hat er, wenn seine Säge mehr als 1 m lang ist, an derselben eine Länge von 1 m abgezeichnet.

Ist keine Fäule vorhanden, so stellt der eine Arbeiter mit dem Meßstock vom Stockende her die Schnittstelle fest. Der andere hält mit der Säge diese Stelle, bis ersterer ihm beim Sägen hilft. Jedesmal wird nach dem Ablängen von neuem die nächste Schnittstelle festgestellt: ein Abmessen des ganzen Stammes und ein nachträgliches Einschneiden ist zeitraubend und stellt eine schlechte Organisation dar.

Nach Gläser[87]) soll das Einschneiden knieend und zweihändig ausgeführt werden. Versuche, welche von ihm durchgeführt wurden, haben ergeben, daß dieses Verfahren einen niedrigeren Kraftverbrauch erfordert und eine höhere Leistung ergibt, als das Sägen mit einer Hand in stehender Haltung. Wurde stehend und mit beiden Händen gesägt, so war die Leistung etwas höher, der Kraftverbrauch aber viel größer im Vergleich zum Sägen im Knieen. Trotz des wiederholten Niederknieens und Aufstehens soll das Verfahren am vorteilhaftesten sein. Dies scheint aber doch eine zu verallgemeinerte Feststellung zu sein. Für starkes Holz mag es gelten, beim Ablängen von schwachem Durchforstungsholz in 1—2 m-Abschnitte, wo die reine Schnittzeit nur einen geringeren Prozentsatz der gesamten Sägezeit ausmacht, ist diese Haltung nicht die richtige und muß das Sägen stehend mit einer oder beiden Händen erfolgen: Am Anfang mit beiden Händen, sobald die Säge klemmt oder Gefahr läuft, in den Boden zu schnei-

den, wird mit der einen Hand das Holz etwas in die Höhe gehalten, mit der anderen die Säge bedient.

Es fragt sich, ob nicht eine Zeitersparnis zu verzeichnen wäre, wenn unter einem gewissen Durchmesser das Holz mit einem, anstatt mit zwei Arbeitern abgelängt wird. Metz [61]) schlägt einmänniges Fällen und Ablängen für Stämme mit einem Durchmesser unter 12 cm vor. Für stärkeres Holz soll dies zweimännig durchgeführt werden.

Das Ablängen soll vor oder nach dem Rücken vor sich gehen. Mit dem Ziel, diejenige Arbeitsorganisation, welche höchste Leistung aufweist, festzustellen, wurde von mir im März 1939 in Grafrath ein Versuch durchgeführt, bei dem das Einschneiden der zusammengerückten Stämme verglichen wurde mit dem Einschneiden der im Wald zerstreut liegenden. Es wurden drei gleich große Flächen abgemessen, beim ersten dieser das Holz erst zum Waldweg gerückt und dort abgelängt, während bei den zwei anderen das Holz sofort nach dem Fällen und Entästen im Wald eingeschnitten wurde. Auf erstere Fläche fielen 5,7 rm, auf die andere je 5,8 rm Holz. Beim zweiten Versuch war etwas mehr Faserholz der Klasse C und etwas weniger der Klasse A angefallen, während der Anfall an Faserholz Klasse B in allen Fällen gleich groß war. Die Sortenverteilung beim ersten und dritten Versuch war aber die gleiche, so daß ein direkter Vergleich der rm-Einschneidezeit durchaus gerechtfertigt war. Beim ersten Versuch war das Holz kreuz und quer übereinander an den Waldweg geworfen. Tabelle 14 gibt die Ergebnisse des Versuches wieder. Die Zahlen erfassen die Gesamtzeit ohne Zuschlag.

Tabelle 14.

Versuch	Ablängen Min. je rm
1. Ablängen der zusammengerückten Stämme	15,4 Min.
2. Ablängen der im Wald zerstreut liegenden Stämme	20,7 „
3. Wie zwei	20,6 „

Aus den Zahlen ist ersichtlich, daß beim Einschneiden der zusammengerückten Stämme eine erhebliche Mehrleistung zu erreichen

ist (etwa 34 %), im Vergleich zum Ablängen der im Wald zerstreut liegenden. Maßgebend für die erhöhten Zeiten, die hier auftraten, ist in erster Linie die Zeit für das Bewegen von Stamm zu Stamm. Diese Zeit ist am Lagerplatz bedeutend geringer. Ferner wirkten Hindernisse, wie Zweige, Gipfelstücke usw. sowie die Tatsache, daß das Holz meist auf dem Boden lag, die Arbeiter sich also tiefer bücken mußten, im Vergleich zum Fall, wo die Stämme auf einem Haufen und deshalb höher lagen, zeitraubend bei den letzten zwei Versuchen. Schließlich wurden die Stämme einzeln abgemessen und eingeschnitten, während beim ersten Versuch oft zwei bis drei neben-

Abb. 7. Sägeschärfkluppe.

einander liegende Stämme in einem Gang abgemessen und eingeschnitten, die Arbeit also rascher durchgeführt werden konnte.

2. *Geräte.*

a) Handsäge.

Zum Ablängen wird, wie Versuche in der Praxis bewiesen haben,[61]) die Bügelsäge verwendet (siehe auch Seite 43). Für schwächeres Holz (unter 12 cm) wird eine 1 m lange, für stärkeres Holz eine 1,2 m lange Bügelsäge benutzt. Um die Leistung beizubehalten, ist auf ein regelmäßiges Nachschärfen der Säge zu achten.

b) Sägeschärfkluppe.

Zum Spannen des Sägeblattes wird eine Sägeschärfkluppe benutzt (siehe Abb. 7). Hierzu wird ein Schraubstock benutzt, der aus einem

etwa 80 cm langen Holzbalken besteht. Das obere Ende desselben ist zu einem Backen ausgebildet, an dem ein anderer Backen ebenfalls aus Holz - mittels einer Eisenspindel gepreßt wird. Das untere Ende kann durch eine mit einer Kurbel versehene Schraube an die Stirnseite eines gefällten Baumstammes geschraubt werden. Der Arbeiter sitzt rittlings auf dem Stamm vor dem Gerät. Das Gerät ist zweckmäßig, billig herzustellen und leicht zu tragen. (Nach Forstarbeiter Hausruckinger Grafrath.)

c) Meßstock.

Als Meßstock soll eine dünne, gerade Holzstange, welche in der gewünschten Länge geschnitten wird, benutzt werden. Dieses Gerät ist durchaus zweckmäßig.

3. Zusammenfassung und Folgerung.

1. In Fällen, wo die Motorsäge nicht eine Mehrleistung zu erzielen vermag und nicht wirtschaftlich eingesetzt werden kann, muß die Handsäge verwendet werden. Dies wird dann der Fall sein, wo
   a) das Rücken der langen Stämme unmöglich oder nur mit sehr hohen Kosten verbunden ist,
   b) der Holzanfall zu gering ist, um eine volle Ausnützung der Motorsäge das ganze Jahr hindurch zu sichern;
2. Stammfäule muß vor dem Ablängen abgeschnitten werden;
3. das Abmessen der Abschnitte erfolgt vom Stammende aus und wird nach jedem Schnitt neu durchgeführt;
4. das Einschneiden soll in gebückter Haltung erst mit beiden Händen erfolgen. Beim Klemmen oder bei Berührung der Säge mit dem Boden soll mit der einen Hand der Stamm etwas hochgehalten, die Säge mit der anderen bedient werden;
5. das einmännige Ablängen schwacher (unter 12 cm) Stämme dürfte eine Mehrleistung ergeben;
6. das Zusammenfassen der Arbeit am Lagerplatz (Rücken vor dem Einschneiden) bringt im Vergleich zum Ablängen der im Wald

zerstreut liegenden Stämme eine Mehrleistung (in einem Fall 34 %) mit sich;

7. als Handsäge ist die Bügelsäge zu nehmen, als Meßstock eine einfache gerade Holzstange.

4. Folgerungen.

Es soll danach gestrebt werden,

a) das Ablängen mit der Handsäge erst nach dem Rücken durchzuführen;

b) Lagerplätze zu errichten, wo die langen Stämme zusammengefaßt und abgelängt werden können.

5. Rücken.

1. Begriff und Zweck des Rückens.

Der Begriff und Zweck des Rückens ist im allgemeinen bereits bekannt. Man versteht darunter das Herausbringen von Holz aus dem Schlag an die Wege oder das Zusammentragen an Stapelplätzen innerhalb des Schlages.

Der Zweck des Rückens besteht nach Gayer-Fabricius ([56], S. 213) in:

a) Uebersicht der Schlagergebnisse,

b) Erleichterung der Holzabfuhr,

c) Förderung der Waldpflege,

d) Erleichterung der Verjüngungsarbeit.

2. Frühere Durchführung der Rückarbeit.

Man hat sich lange Zeit damit begnügt, das Rücken den Holzhauern und Fuhrleuten zu überlassen, so daß nur wenig Fortschritt in der Technik, sowie in der wirtschaftlichen Entwicklung zu verzeichnen war. In der Ebene wurde das starke Holz durch Tierkraft geschleift, während Kurzholz (Faser-, Gruben- und Brennholz) mittels menschlicher Kraft (Tragen auf der Schulter oder unter dem Arm) gerückt wurde.

Mit diesen Verfahren werden nicht immer volle Leistungen erzielt. Hier und da sind schon einige Untersuchungen unternommen worden, die Ausführung dieser Arbeit zu verbessern. Auf Grund der heutigen Verhältnisse ist eine eingehende Untersuchung der Rückarbeit notwendig.

3. Rationalisierungsbestrebungen.

Infolge der hohen Rückkosten und verhältnismäßig niedrigen Holzpreisen gehen die Bestrebungen darauf aus, bessere Rückverfahren, mit denen das Holz rascher und billiger aus dem Schlag gebracht werden kann, zu entwickeln.

Der große Arbeitermangel, welcher in der letzten Zeit entstanden ist, gibt diesem Streben einen weiteren Ansporn. Bei der Entwicklung der Rückverfahren dachte man zur gleichen Zeit an eine Erleichterung dieser Arbeit, welche als eine der schwersten und gefährlichsten in der Holzhauerei gilt.

Bei der Entwicklung neuer Verfahren ist darauf zu achten, daß diese pfleglich sein müssen und die Verjüngung geschont wird.

a) Untersuchungen zur Verbesserung der Arbeitsweisen.

Eine eingehende Untersuchung der Rückarten von Brennhölzern wurde von Plouda [89]) unternommen. Ziel dieser Untersuchungen war, grundsätzliche Verhältniszahlen für den Zeitverbrauch bei verschiedenen Rückarten, Sorten und Entfernungen zu schaffen, den Energieverbrauch zu vergleichen und die Mittel und Wege zu finden, die schwere Arbeit des Rückens zu erleichtern. Zu diesem Zweck wurden

1. der Zeitverbrauch für verschiedene Rückverfahren, Rückentfernungen und einzelnen Kiefernbrennholzsorten festgestellt.
2. Arbeitsphysiologische Untersuchungen zur Messung des Energieverbrauchs durchgeführt.

Tabelle 15 gibt einige der Ergebnisse wieder.

Zeit- und Energieverbrauch beim Rücken eines ganzen rm Brennholzes auf ebenem Boden. Den geringsten Wert jedes einzelnen Stabes gleich 100 gesetzt ergibt:

Tabelle 15.

Rückart	Zeitverbrauch in Minuten bei Entfernungen von m				Energieverbrauch in Kalorien
	15	45	75	105	100 m
Auf der Schulter	150	211	254	278	225
Mit Tragholz	233	233	254	228	208
1-rädr. Karre mit Holzrad	100	111	118	114	109
Desgl. mit Gummirad	100	111	118	114	114
2-rädr. Karre mit Holzrad	116	111	109	100	107
Desgl. mit Gummirad	100	100	100	100	100

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß das Rücken mittels Karre vorteilhafter ist, wie ohne diese und daß darüber hinaus die gummibereifte Karre (zweirädrig) nicht nur unter allen Umständen den geringsten Zeitaufwand, sondern auch den geringsten Kraftverbrauch erfordert.

Je geringer die Durchmesserstärke und je kleiner die Abschnitte, um so höher ist ihre Zahl je rm. Die Untersuchungen ergaben, daß bei allen Rückarten eine erhöhte Stückzahl je rm eine Erhöhung von Zeit- und Energieverbrauch mit sich brachte.

b) Massenverfrachtung aus dem Schlag.

Plouda fand, wie oben erwähnt, das Rücken zur gleichen Zeit von mehreren Abschnitten mittels gummibereifter Karre am vorteilhaftesten. Eine Erweiterung dieses Verfahrens besteht darin, daß man mit leichtgebauten, vierrädrigen, gummibereiften Wagen, welche von Pferden oder kleinen Schleppern gezogen werden, das Holz rückt. Dabei fährt man in den Bestand hinein und ladet die vorher abgelängten Stücke auf (Spengler-Glogger-Wagen). Zwecks Erleichterung beim Laden wird der Wagen sehr niedrig gebaut. Besondere Vorrichtungen, womit es möglich ist, den Wagen zu kippen, werden angebracht, um ein rasches Abladen zu ermöglichen.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß mit dem Wagen nur bei stark durchlichteten Beständen ohne Schwierigkeiten eingefahren werden kann. So zeigte es sich bei einer Vorführung des Wagens

im Forstamt München-Süd, daß breite Streifen kahl geschlagen werden mußten, bevor der Wagen in einen jungen Durchforstungsbestand reinfahren konnte.

Ferner muß das Holz erst mehr oder weniger in kleinen Haufen zusammengetragen werden, auch entsteht hoher Zeitaufwand beim Aufladen im Bestand und beim Abladen an der Straße.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß große Mengen Holz auf einmal gerückt und die Laufzeiten eingeschränkt werden können.

c) Fragestellung.

Es fragt sich, ob diese obengenannten Bestrebungen, das eingeschnittene Holz in größeren Massen zu erfassen und zu rücken, die richtigen sind und ob nicht eine andere Richtung einzuschlagen ist, erhöhte Leistungen und ein wirtschaftliches Rückverfahren zu entwickeln.

Zur Beantwortung dieser Frage muß geprüft werden, welche Gesetzmäßigkeiten, aus denen man Schlüsse ziehen kann, beim Rücken vorkommen.

1. Grundsätzliches.

a) Stückzahl.

Plouda konnte feststellen, daß mit zunehmender Stückzahl je rm die Rückzeit sowie der Energieverbrauch ansteigt (89, S. 102).

b) Länge der Abschnitte.

Bubie[28]) fand, daß die Zeit für das Auf- und Abladen der Stämme um so höher ist, je geringer die Länge derselben. Bei einem Durchmesser am schwachen Ende von 7,6 cm (3 Zoll) war die Ladezeit für 1,22 m (4 Fuß) langer Abschnitte etwa 28 % höher wie für 3,65 m (12 Fuß) lange Stücke. Für 35,5 cm (14 Zoll) starke Stämme war ein erhöhter Zeitaufwand von 150 % zu verzeichnen. Beim Abladen waren die Zeiten 50 % bzw. 33⅓ % höher.
Plouda fand, daß ein rm Kiefernknüppel (1 m lang) im Durchschnitt 20 % mehr an Zeit- und Energieverbrauch erfordert, wie das Rücken von 3 m langen Stücken (89, S. 101).

c) Entfernung.

Mit zunehmender Entfernung steigen die Gesamtrückzeiten ([84] u. [95]) infolge einer erhöhten reinen Rückzeit. Die Zeiten für das Auf- und Abladen bleiben etwa die gleichen für alle Entfernungen.

d) Gummibereifte Karren.

Gummibereifte Karren ergeben erhöhte Leistungen bei geringstem Kraftverbrauch.

2. *Das Rücken von Faserholz in Beziehung zu diesen Grundsätzen.*

a) Tragen.

Ausgehend von der Tatsache, daß eine erhöhte Stückzahl je rm einen erhöhten Zeit- und Energieverbrauch mit sich bringt, kann man mit Ebner[88]) die Folgerung ziehen, daß eine Leistungssteigerung dadurch zu erreichen sei, daß das Holz in größtmöglichsten Stücken gerückt und an geeigneten Stellplätzen abgelängt wird. Zur Prüfung dieses Grundsatzes wurde von mir im März 1939 eine Untersuchung in Grafrath durchgeführt, wobei drei verschiedene Rückarten miteinander verglichen wurden.

Zum Versuch wurde von Herrn Regierungsforstrat Dr. Backmund in Grafrath ein 43jähriger Fichtenbestand, 2 Arbeiter, sowie eine luftbereifte einrädrige Karre zur Verfügung gestellt.

Der Bestand war gleichmäßig gewachsen und bestockt, der Boden eben bis leicht gewölbt. Es war deshalb möglich, die Fläche in drei gleichgroße Teile zu zerlegen und die Versuche ohne weiteres miteinander zu vergleichen. Das Holz wurde an einem Waldweg, der an der einen Seite des Bestandes entlang lief, gerückt. Bei jeder Versuchsfläche wurde das Holz zur Mitte dieser Seite gerückt, so daß die Entfernungen beim Rücken jedesmal die gleichen waren. (Angenommen wurde, daß der Bestand gleichmäßig bestockt und durchforstet war.)

Vor Beginn des Versuches wurden die zum Durchforsten gelangenden Bäume gefällt, entästet und geschält.

Beim ersten Versuch wurden die schwachen Stämme von einem Mann gerückt, stärkere von zwei, während zu schwere Stämme erst in zwei Teile zerlegt wurden. Am Waldrand wurde das Holz einfach übereinander geworfen und danach mit der Bügelsäge geschnitten.

Bei dem zweiten Versuch wurden die im Wald zerstreut liegenden Stämme einzeln abgelängt, die Abschnitte bis zu einer Zahl von 7 Stück auf der Schulter gerückt und direkt aus dieser gesetzt.

Im dritten Fall wurde das Holz wie im zweiten eingeschnitten, danach aber mit der Karre gerückt. Schwache Abschnitte konnten bis zu einer Zahl von 18 auf einmal geladen und gerückt werden. Die Karre war so hergestellt, daß das Holz nicht quer, sondern der Länge nach geladen werden konnte, so daß keine großen Schwierigkeiten entstanden, diese zwischen den stehenden Bäumen durchzusteuern.

Tabelle 16 gibt die gefundenen Ergebnisse an.

Tabelle 16.

Die Zahlen erfassen die Gesamtzeiten ohne Zuschlag.

Versuch	Rücken Min. je rm	Setzen einschl. Vorber. Min. je rm	im Ganzen Min. je rm
1. Rücken lang	7,0	8,6	15,6
2. Rücken, Tragen der Abschnitte			20,6
3. Rücken der Abschnitte mit Karre			22,6

Auf die Flächen entfielen 5,7, 5,8 bzw. 5,8 rm Holz, woraus zu ersehen ist, daß der Bestand gleichmäßig bestockt und durchforstet wurde.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß das Verfahren, wonach das Holz lang gerückt wurde, bei weitem das wirtschaftlichste ist. Die Zeiten beim 2. Versuch lagen um etwa 32 %, beim 3. Versuch um etwa 45 % höher. Beim Rücken der Abschnitte auf der Schulter (Versuch 2) waren die höheren Zeiten an erster Stelle durch die Laufzeiten bedingt. Während schwache Abschnitte in einer Zahl von

5 7 auf einmal gerückt werden konnten, mußten stärkere (Klasse A) einzeln gerückt werden, da die Arbeiter nicht imstande waren, das Holz mit der einen Hand auf die Schulter zu heben. Bei schwachen Stempeln nahm die Zeit zum Heben einen nicht geringen Umfang an, beim Rücken der langen Stämme war diese Zeit je rm viel niedrigerer.

Beim Rücken mittels der Karre konnten zwar bis zu 18 Abschnitte mit einer Fahrt ohne große Schwierigkeiten gerückt werden, doch mußten beide Arbeiter die Karre bedienen. Während der eine schob, mußte der andere vorn die Stempel halten, damit die Karre nicht ihr Gleichgewicht verlor. Die Zeiten zum Auf- und Abladen waren zu groß, um einen Vorteil dieses Verfahrens zu gewährleisten. Als nachteilig wurde das kleine Rad (40 cm ⌀) empfunden, wodurch der Rahmen zu niedrig zu liegen und dadurch oft an Stöcke usw. zu stoßen kam. Ferner wäre es nötig, vorn am Rahmen an den Seiten zwei aufrecht stehende Hölzer zu befestigen, damit die Abschnitte nicht abrutschen. Das Band war nicht imstande, in genügendem Maße eine feste Lage zu gewährleisten. Eine zweirädrige Karre, welche von einem Mann bedient werden könnte, wird erhöhte Leistungen mit sich bringen.

Auffallend ist, daß das Rücken mittels der Karre keine Zeitersparnis gegenüber dem Tragen der Abschnitte aufwies. Ergaben doch Versuche, die von Plouda[89]) durchgeführt wurden, daß das Tragen auf verschiedene Weise von Brennholzknüppeln viel mehr Zeit in Anspruch nahm wie mit der einrädrigen Karre. Der wirtschaftliche Einsatz dieser Karre erklärt sich an erster Stelle daraus, daß, im Gegensatz zum Versuch in Grafrath, nur 1 Mann zur Bedienung der Karre notwendig war und daß die Abschnitte nur 1 m lang waren, wodurch beim Tragen ein sehr geringes Raummaß auf einmal gerückt werden konnte.

b) Schleifen.

b 1) Pferdekraft.

Bei günstigen Verhältnissen (geringe Stammzahl je ha), wo es möglich ist, mit einem Pferd in den Bestand zu kommen, kann das

Rücken der langen Stämme mittels Pferdekraft eine Leistungssteigerung mit sich bringen. Dies wird vor allem dort der Fall sein, wo die Stämme stark und die Entfernungen größer sind.

b 2) Schlepper.

Beim Rücken mittels Schlepper kann einmal der Stamm direkt an diesem verbunden und durch Fortbewegung des Schleppers gerückt werden. Andererseits kann der Schlepper stillstehen, während mittels einer Seilwinde, die durch den Motor des Schleppers angetrieben wird, die Stämme herangezogen werden.

Ferner können diese beiden Verfahren verbunden werden, indem erst einige Stämme mit dem Seil zum Schlepper gerückt werden, um dort mit einer Kette zusammengefaßt und durch Fortbewegen des Schleppers weitergerückt zu werden. Dies letzte Verfahren ist geeignet, wo schwache Stämme einzeln eine zu geringe Last zum Rücken darstellen. Hier kommen nur leichte, etwa 20 PS starke Schlepper in Frage.

Zum Rücken von schwachen Stämmen ist der Schlepper nicht wirtschaftlich einzusetzen, am wenigsten in Durchforstungsbeständen. Grund dafür ist:

a) *Hohe Haltungskosten.* Die Haltungskosten eines Schleppers betragen je nach Größe etwa RM. 15.— je Tag, während für ein Pferd nur etwa RM. 3.— zu rechnen sind.[94])

b) *Geringe Stammstärke.* Je geringer der Stammdurchmesser (also Masse), um so kostspieliger wird das Rücken. So konnte Brandstrom[95]) feststellen, daß bei einer Entfernung von 183 m (600 Fuß) die Rückkosten für einen Stamm mit einer Masse von 0,24 fm etwa zehnmal so hoch waren, im Vergleich zu einem Stamm mit einer Masse von 7,6 fm (Schlepper mit 60 PS).

c) *Geringe Beweglichkeit.* In den jungen Beständen ist die Beweglichkeit des Schleppers eng begrenzt und kann er nur bei verhältnismäßig stark durchlichteten Beständen praktisch angewandt werden.

c) Geräte.

Das Schleifen der Stämme ist mit einigen Nachteilen verbunden:

1. Hohe Reibung, deshalb hohe Zugkraft nötig.
2. Wühlen des Stammes in den Boden.
3. Verletzung des Jungwuchses.
4. Beschädigung der stehenden Stämme.
5. Die Zugkraft wird nicht voll ausgenützt.

Beim Streben, eine größere Holzmasse mit weniger Energieverbrauch und geringerem Zeitaufwand zu rücken, werden gummibereifte vierrädrige Wagen entwickelt, wobei die obengenannten Nachteile des Schleifens zur selben Zeit vermieden werden sollen. Das Rücken mit diesen Geräten ergibt, indem je fm an Laufzeiten gespart wird, eine erhöhte reine Rückleistung (ohne Auf- und Abladen) gegenüber dem Tragen oder Schleifen. Andererseits erfordern diese Wagen verhältnismäßig hohe Auf- und Abladezeiten. Diese Zeiten bleiben bei zunehmender Entfernung etwa die gleichen, während die reinen Rückzeiten steigen. Daraus kann man schließen, daß bei geringen Rückentfernungen, wo die reinen Rückzeiten verhältnismäßig gering sind im Vergleich zu den Zeiten für das Auf- und Abladen, keine Zeitersparnisse mit dem Wagen zu erreichen sind. Bei dem Rücken von Abschnitten (Spengler-Glogger) sind die Zeiten für das Auf- und Abladen je fm verhältnismäßig hoch im Vergleich zum Verfahren, bei dem Langholz gerückt wird. Die Entfernungen, bei denen diese Wagen erhöhte Leistungen mit sich bringen, werden also hier höher sein, als beim Verfahren, wo Langholz gerückt wird.

Folgerungen.

a) Tragen.

In dichten Beständen, wo es nicht möglich ist, mit einem Gerät in den Bestand zu gelangen, und bei solchen, wo die Rückentfernungen gering sind, muß das Rücken durch Menschenkraft, durch Tragen auf der Schulter, vor sich gehen. Höchste Leistungen werden erreicht, indem das Holz lang gerückt wird.

b) Schleifen.

Unter Umständen kann das Schleifen des Langholzes mit Pferden wirtschaftlich sein. Dieses Verfahren wäre weiter zu untersuchen.

c) Gummibereifter Wagen.

Es soll danach gestrebt werden, Geräte zu entwickeln, mit denen das Langholz in größerer Zahl auf einmal gerückt werden kann. Ausrückwagen, wie der Spengler-Glogger und der Ebner-Glogger,[92]) welche zum Rücken von Starkholz benutzt werden, sollten weiter entwickelt werden, um auch für schwaches Langholz eingesetz zu werden. Der Heuell'sche Rückwagen,[93]) welcher sich von den beiden erstgenannten dadurch unterscheidet, daß das Holz nicht auf der Achse liegt, sondern unter dieselbe des zweirädrigen gummibereiften Wagens zu hängen kommt und mittels welchem 1 bis 1,5 fm Nadelholzderbstangen gleichzeitig gerückt werden können, bietet eine weitere Möglichkeit, das schwache Langholz zweckmäßig zu rücken.

Bei diesen Wagen ist daran gedacht worden, das Aufladen so zu gestalten, daß hier so wenig wie möglich Verlustzeiten entstehen. Zu diesem Zweck ist beim Spengler-Glogger-Wagen eine Stange an der Achse angebracht, welche beim Laden schräg zum Boden gelegt wird. Hierdurch können die Stämme leicht auf der Achse geschoben werden. Beim Heuell'schen Wagen kann dieser über die Holzstangen geschoben, die Stangen mit einer Kette zusammengefaßt und an der Achse ohne große Anstrengung gehoben werden.

Die obengenannten Rückarten kommen mehr oder weniger nur für ebenes Gelände in Frage. Im Hochgebirge erfahren die Rückmethoden eine Abänderung, doch gilt auch hier das Ziel, das Holz so lang wie möglich zu rücken. Im Sommer bis Herbst wird das Holz in 4 m- bis ganzen Stammlängen mittels Schwerkraft getrieben. Wenn das Treiben nicht bis zum Tallagerplatz möglich ist, muß das Holz in 4,5 m- bis 12 m-Längen von den Holzhauern oder Zugtieren mit Schlitten auf einer Schneebahn gebracht und am Lagerplatz in 1- bis 2 m-Abschnitten eingeschnitten werden.

Wie schon gezeigt wurde, können mit den Rückwagen erhöhte Leistungen nur bei größeren Entfernungen erzielt werden. Hier tritt

die Bedeutung des Wegnetzes in den Vordergrund. Es fragt sich, ob die Entwicklung eines dichten Wegenutzes gerechtfertigt ist und ob nicht gerade dadurch, daß man die Rückentfernungen kürzt, Möglichkeiten, höchstleistende Rückgeräte einzusetzen, verloren gehen. Vielleicht wäre es zweckmäßiger, weniger dichte Straßennetze zu haben, dafür aber billige Schleifwege, auf denen das Holz mittels Geräten leicht und wirtschaftlich herausgebracht werden können, zu entwickeln. Diese sehr wichtige Frage fällt aber aus dem Rahmen dieser Arbeit.

4. Zusammenfassung und Folgerungen.

a) Allgemeines.

1. Mit zunehmender Stückzahl je rm steigt die Rückzeit und der Energieverbrauch.
2. Je geringer die Länge der Abschnitte, um so höher sind die Zeiten für das Auf- und Abladen.
3. Mit zunehmender Entfernung steigt die reine Rückzeit, während die Zeiten für das Auf- und Abladen etwa die gleichen bleiben. Mit zunehmender Entfernung werden infolgedessen die Verlustzeiten, die beim Auf- und Abladen auftreten, von immer geringerer Bedeutung.

b) In Bezug auf das Rücken von Faserholz.

1. Rücken mit Menschenkraft.

a) Beim Rücken ohne Hilfsmittel mit Tragholz und mit ein- und zweirädrigen Karren ergab sich, daß eine zweirädrige, gummibereifte Karre höchste Leistungen bei niedrigstem Kraftverbrauch erfordert.

b) Das Rücken (Tragen) von Langholz ergibt erhöhte Leistungen im Vergleich zum Rücken (Tragen) der Abschnitte.

c) Die einrädrige Karre ist unzweckmäßig zum Rücken von 2 m langen Abschnitten.

2. Rücken mit Pferdekraft.

a) Im Vergleich zum Schleifen auf dem Boden vermindert das Rücken mittels gummibereiften Wagen die Reibung und ermöglicht es, größere Massen bei geringerem Kraftverbrauch zu rücken.

b) Die Auf- und Abladezeit beim Rücken von Abschnitten mit vierrädriger Karre sind verhältnismäßig hoch, so daß mit diesen Wagen nur bei hohen Entfernungen erhöhte Leistungen zu erreichen sind. Die Pfleglichkeit des Verfahrens sollte erhöht werden.

c) Beim Rücken von Langholz mit zweirädrigen Karren sind die Zeiten für das Auf- und Abladen geringer wie beim Rücken von Abschnitten mit vierrädrigen Karren.

d) Die Entfernung, bei der eine zweirädrige Karre mit Erfolg einzusetzen ist, ist geringer wie bei dem Rücken von Abschnitten mit der vierrädrigen Karre.

3. Motorkraft.

Der Schlepper ist nicht mit Erfolg zum Schleifen von Faserholz einzusetzen.

c) Folgerungen.

1. Bei hoher Stammzahl je ha und geringer Entfernung muß das Rücken mit Menschenkraft durchgeführt werden.
2. Bei größeren Entfernungen und, wo dies möglich ist, soll das Rücken mittels einem zweirädrigen Wagen durchgeführt werden.
3. Das Holz soll unter allen Umständen so lang wie möglicht gerückt werden.

D. ERGEBNISSE.

Aus den Studien, welche in dieser Arbeit zusammengefaßt sind, läßt sich ersehen, daß zur Erreichung des Zieles einer wirtschaftlicheren Benutzung des Faserholzes das Gewicht nicht so sehr auf eine Verbesserung der einzelnen Teilarbeiten an sich gelegt werden muß. Vielmehr handelt es sich hier um eine vollständige Aenderung der Arbeitsgliederung bei der Ausführung der Arbeit. Es soll in der Holzhauerei danach gestrebt werden:

a) Die Stämme lang, womöglich mit zweirädrigen Karren, zu rücken.
b) Lagerplätze zu errichten, wohin das Holz gerückt werden kann.
c) Das Schälen am Lagerplatz und vor dem Ablängen durchzuführen.
d) Das Ablängen am Lagerplatz mittels Motorsäge zu verrichten.

LITERATURVERZEICHNIS.

[1]) Westermanns Weltatlas, 1935, Seite 15 b.
[2]) Der Vierjahresplan, April 1935, Seite 221.
[3]) Annual Report, Devision of Foresty (S.-A.) 1937, Seite 41.
[4]) Jahrbuch des Weltholzhandels, Ausgabe 1938.
[5]) King: Journal of the South African Foresty Association, Okt. 1938, Seite 13.
[6]) „ desgleichen, Seite 12.
[7]) „ desgleichen, Seite 15.
[8]) S. A. Department of Foresty, Reference Nr. 13, Juli 1936.
[9]) Alpers: der Vierjahresplan, Jan. 1939, Seite 86.
[10]) Hering: Forstarchiv 1937, Seite 168.
[11]) Dieterich: Holzmarktkunde, Vorlesung. H. 53 a.
[12]) Forstarchiv 1936: Seite 136.
[13]) Hering: Forstarchiv 1937, Seite 165.
[14]) Der Vierjahresplan, Nov. 1938, S. 693.
[15]) Dieterich: Silva 1937, S. 117.
[16]) von Monroy: Der Vierjahresplan, Jan. 1938, S. 10.
[17]) Heske: German Forestry, S. 68.
[18]) Dieterich: Silva 1936, S. 377.
[19]) Wobst: Forstarchiv 1938, S. 415.
[20]) Dieterich: Der Papierfabrikant, 1937, S. 377.
[21]) Vorreiter: Silva 1936, S. 337.
[22]) Platzer: Forstarchiv 1938, S. 137.
[23]) Internationale Rundschau für Holzverwertung, Dez. 1938, S. 48.
[24]) Kienitz: Forstarchiv 1936, S. 332.
[25]) Kehrl: Der Vierjahresplan, Jan 1939, S. 94.
[26]) Löb: Der Vierjahresplan, Dez. 1937, S. 708.
[27]) Holz als Roh- und Werkstoff, Dez. 1938, S. 607.
[28]) Bubie: Size of Logs as Related to logging costs.
[29]) Koroleff: The Timberman, Nov. 1937, S. 11.
[30]) Dieterich: Der Papierfabrikant, 1938, S. 201.
[31]) Hägglund: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1936, S. 391.
[32]) Communicationes Finlandiae 1934, B. 19, 4, S. 105.
[33]) Silva Fennica 1933, Nr. 31, S. 204.
[34]) Silva Fennica 1933, Nr. 38, S. 137.
[35]) Oswald: Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1938, S. 379.

[36]) Silva 1937, S. 342.
[37]) Bavier: Beiheft Nr. 4 des Schweiz. Forstvereins, 1930.
[38]) Good: Journal of Forestry, 1938, S. 180.
[39]) Ostrom: Journal of Forestry, 1938, S. 44.
[40]) Koroleff: Economic Possibilities of Mechanised logging.
[41]) Hassenberger: Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen, 1932, S. 47.
[42]) Mayer-Wegelin usw.: Mitteilungen aus Forstwesen und Forstwissenschaft, 1938, Heft 2.
[43]) Wiedemann: Forstarchiv 1932, S. 61.
[44]) Markworth: Zeitstudien bei der Papierholzaufbereitung, Feva, Braunschweig.
[45]) Platzer: Forstarchiv 1938, S. 377.
[46]) Hampe: Forstarchiv 1931, S. 381.
[47]) Hampe: Forstarchiv 1933, S. 399.
[48]) Stolze: Die Schältechnik für Fichtenstangen, Feva, Braunschweig.
[49]) Klump: Forstarchiv 1930, S. 164.
[50]) Jahrbuch für forstl. Arbeitsw., 1930, S. 79.
[51]) Platzer: Forstarchiv 1938, S. 360.
[52]) Hampe: Forstarchiv 1932, S. 356.
[53]) Barth: Allg. Forst- und Jagdzeitung 1934, S. 228.
[54]) Reissig: Forstw. Centralblatt 1936, S. 590.
[55]) Gläser: Forstarchiv 1937, S. 381.
[56]) Gläser: Forstarchiv 1932, S. 353.
[57]) Münch: Forstw. Centralblatt 1936, S. 701.
[58]) Paavo Aro: Forstarchiv 1931, S. 294.
[59]) Singer: Forstw. Centralblatt 1936, S. 595.
[60]) Forstarchiv 1934, S. 345.
[61]) Metz: Forstarchiv 1937, S. 337.
[62]) v. Monroy: Mitteilungen der A.F.T., Heft IV, 1932, S. 96.
[63]) Forstarchiv 1935, S. 61.
[64]) Barth: Silva 1931, S. 353.
[65]) Barth: Forstw. Centralblatt 1932, S. 789.
[66]) Gayer-Fabricius: Die Forstbenutzung, Band 13, S. 156.
[67]) Stentzel: Forstarchiv 1939, Heft 1, S. 1.
[68]) Gläser: Forstarchiv 1937, S. 377.
[69]) Fuchs: Forstarchiv 1927, S. 196.
[70]) Gläser: Forstarchiv 1931, S. 250.
[71]) Fuchs: Forstarchiv 1931, S. 81.
[72]) Hilf: Der Deutsche Forstwirt, 1928, S. 78.
[73]) Mitteilungen der A.T.F. 1932, S. 15.
[74]) Hitz: Prakt. Forstw. f. d. Schweiz, 1932/33, S. 4.
[75]) Koroleff: Portable Motor Saws, Canada 1930.
[76]) Challenger: The Timberman, Nov. 1938, S. 54.

[77]) Pallay: Forstl. Versuche in Ungarn, 1937, S. 37.
[78]) The Timberman, Aug. 1938, S. 25.
[79]) Anderson u. Duncan: The Timberman, 1938, S. 13 (Jan.).
[80]) Forstarchiv 1934, S. 191.
[81]) Stentzel: Forstarchiv 1937, S. 397.
[82]) Gläser: Forstarchiv 1933, S. 391.
[83]) Mitteilungen der A.T.F., 1932, S. 25 u. 77.
[84]) Der Deutsche Forstwirt, 1938, S. 615.
[85]) Stentzel: Der Deutsche Forstwirt, 1936, S. 676.
[86]) Stentzel: Forstarchiv 1934, S. 309.
[87]) Gläser: Form der Waldsäge, 1932, S. 50.
[88]) Ebner: Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 1938, S. 381.
[89]) Plouda: Das Rücken von Brennhölzern, 1935, S. 100.
[90]) Cuno: Production of Loblolly Pine Pulpwold, Febr. 10, 1931, S. 1.
[91]) Einar Miliniemi: Silva Fennica Nr. 29, 1933, S. 1.
[92]) Ebner: Forstw. Centralblatt 1937, S. 195.
[93]) Heuell: Deutsche Forstbeamtenzeitung, Juni 1937, S. 309.
[94]) Mitteilungen des A.T.F., Heft 5, 1933.
[95]) Brandstrom: Analysis of logging costs and operating methods in Douglas fir region.
[96]) Ebner: Wirtschaftsbewegung und Forstbetrieb, S. 2.